

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ЗВУКУ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 171 «Електроніка»,
освітньою програмою "Електронні системи мультимедіа та
засоби Інтернету речей"

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Апаратно-програмні засоби оброблення звуку. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 “Електроніка”, освітньої програми "Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О.П. Гребінь, Н.Ф. Левенець, А.М. Продеус. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,7 Мбайт (.doc); 1,8 Мбайт (.pdf)). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 61 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 30.04.2020 р.)
за поданням Вченої ради факультету електроніки (протокол № 04/2020 від 28.04.2020 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ЗВУКУ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Укладачі: Гребінь Олександр Павлович
Левенець Нінель Федорівна
Продеус Аркадій Миколайович, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний
редактор

Лазебний В.Б., к.т.н., доцент

Рецензенти:

Кучернюк П.В., к.т.н., доцент

Навчально-методичне видання містить методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дослідження технічних параметрів та функціональних можливостей звукотехнічного обладнання, апаратних засобів для роботи із звуковими сигналами і надає змогу студентам отримати знання й практичні навички вимірювання параметрів обладнання та роботи з апаратними засобами з оброблення звуку.

В навчальному посібнику наведені загальні теоретичні положення стосовно звукотехнічного обладнання, наведено безпосередньо опис лабораторних робіт з дослідження якісних характеристик і можливостей обладнання. Для кожної роботи наведено опис роботи з зазначенням вимірювальних пристроїв і обладнання, структура підключення та застосування вимірювального обладнання, послідовність виконання роботи. В кожній роботі наведені вимоги до звіту та склад звіту про виконання роботи, а також перелік питань для самоперевірки й посилання на літературу, перелік якої наведений в кінці методичних вказівок.

ЗМІСТ

Вступ	4
Вимоги до оформлення результатів роботи	5
Перелік умовних позначень та скорочень	6
Лабораторна робота №1. Дослідження звукових сигналів	7
Лабораторна робота №2. Дослідження параметрів та функціональних можливостей студійного еквалайзера	14
Лабораторна робота №3. Дослідження параметрів та функціональних можливостей цифрового ревербератора	23
Лабораторна робота №4. Дослідження функціональних можливостей процесора звукових ефектів	31
Лабораторна робота №5. Дослідження параметрів та функціональних можливостей мікшерного пульта	51
Перелік літератури	61

ВСТУП

Лабораторні роботи з дисципліни **"Апаратно-програмні засоби оброблення звуку"** призначено для практичного ознайомлення студентів із сучасним професійним технологічним обладнанням для оброблення звуку та програмними засобами для роботи зі звуковими файлами, що застосовують у студіях виробництва звукових і відеопрограм ТРМ, їх структурними схемами, а також для одержання навичок роботи з технологічним обладнанням й навичок вимірювання основних параметрів пристроїв.

Для виконання студентами лабораторних робіт на кафедрі АМЕС розроблено спеціальні лабораторні макети. Структурні схеми пристроїв та схеми з'єднання контрольно-вимірювальних приладів наведено в кожній роботі.

Нумерація лабораторних робіт наскрізна. Для кожної роботи наведено короткі теоретичні відомості стосовно досліджуваного пристрою.

В кінці кожної роботи наведено посилання на літературу, сам перелік літератури наведено в кінці методичних вказівок.

У процесі підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити теоретичний матеріал і вміти дати відповіді на контрольні запитання, наведені в завданні на лабораторну роботу.

Передбачено, що перед початком виконання лабораторних робіт обладнання та вимірювальні прилади лабораторних стендів з'єднано відповідно до вимірювальних схем для кожної лабораторної роботи. **Додаткового втручання студента в схему підключення обладнання не передбачено. Вмикання живлення, зміну з'єднань обладнання лабораторних стендів та технічний нагляд за робочим станом стендів забезпечує інженер учбово-допоміжного персоналу (або викладач).** Студенти оперують лише органами керування апаратури і вимірювальних приладів, розташованими на лицьовій панелі приладів та комутаційних пристроїв стендів.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Специфіка проведення лабораторних робіт із дослідження технологічного обладнання апаратно-студійних блоків ТРМ та техніка безпеки вимагає присутності на робочому місці під час виконання кожної лабораторної роботи не менше двох студентів. Студенти виконують лабораторні роботи тільки під керівництвом викладача.

Лабораторні роботи проводяться в два етапи: перший – підготовчий, полягає в попередньому опрацюванні чинних методичних вказівок, а також джерел, вказаних в переліку літератури. На цьому етапі необхідно вивчити інструкції щодо роботи з приладами і апаратурою, намалювати структурні схеми відповідних вимірювальних стендів, вказаних в лабораторних роботах, підготувати бланки звітів з графіками і таблицями для подальшого заповнення в процесі виконання роботи.

На другому етапі – власне етапі виконання лабораторної роботи – на початку, передбачено перевірку студентами схем з'єднання вимірювальних приладів з досліджуваним пристроєм і уточнення принципів спільної роботи приладів і апаратів, а потім, – здійснення експериментальних досліджень і проведення порівняльного аналізу отриманих результатів (шляхом, наприклад, порівняння з теоретичними положеннями, причому перевірка може проводитися як кількісно, так і якісно).

Лабораторні роботи передбачають деяких затрат часу на самостійну роботу студента з підготовки до виконання. А також роботи передбачають виконання їх впродовж двох занять, тобто, 4 годин.

У звіті з лабораторної роботи треба навести таку інформацію:

- назву лабораторної роботи;
- дату виконання роботи;
- прізвище і ініціали студента;
- шифр групи;
- мету лабораторної роботи;
- структурну схему досліджуваного апарату (приладу, стенду і т.д.) з вказівкою точок спостереження сигналів;
- таблиці результатів вимірювань і обчислень, а також рисунки сигналограм;
- висновки за наслідками роботи.

Звіт з лабораторної роботи має бути оформлено відповідно до вимог стандартів на технічну документацію. **Кожен студент має підготувати звіт про виконану роботу індивідуально.** Звіт має бути складений акуратно й грамотно та підписаний виконавцем. Після закінчення роботи, оформлений відповідним чином звіт необхідно надати викладачу. *Це можна зробити на поточному занятті або на початку наступної лабораторної роботи. Студенти, що не*

здали звіт про попередню лабораторну роботу, до виконання наступної роботи не допускаються.

З метою своєчасної підготовки до робіт і їх своєчасного виконання, на першому занятті викладач інформує студентів про конкретний графік виконання робіт (побригадно) на весь семестр.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

АХ – амплітудна характеристика;
 АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
 АЧХ – амплітудно-частотна характеристика;
 БЕ – блок ефектів;
 ВЧ, НЧ, СЧ – верхні, нижні, середні частоти;
 ГЗЧ – генератор звукової частоти;
 ГМ – гучномовець;
 ГНЧ – генератор низької частоти;
 ЕВ - електронний вольтметр;
 ЕО - електронний осцилограф;
 КД – компакт-диск;
 ЛК, ПК (L, R) – лівий, правий канал;
 М - мікрофон;
 МП – мікшерний пульти;
 ОЗУ (RAM) – оперативний запам'ятовуючий пристрій;
 ПЗ – програмне забезпечення;
 ПЗЕ – процесор звукових ефектів;
 ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій;
 ПК – персональний комп'ютер;
 ПКД – програвач компакт-дисків;
 ПОЗ – пристрій обробки звуку;
 ТЛФ – головні стереотелефони (стереонавушники);
 ФВЧ – фільтр верхніх частот;
 ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Дослідження звукових сигналів

(Робота передбачає виконання її впродовж двох занять, тобто, 4 годин аудиторного навантаження).

Мета роботи: ознайомлення з приладами для вимірювання параметрів звукових сигналів, дослідження сигналів звукового діапазону та вимірювання їх узагальнених параметрів. Оцінка сприйняття звукових сигналів в різних умовах відтворення.

Опис роботи

Робота полягає в ознайомленні з вимірювачем рівня звукового тиску та апаратурою відтворення й дослідження звукових сигналів; визначенні спектру й вимірюванні рівнів первинних звукових сигналів натурального звучання та вторинних, відтворюваних акустичними системами; відчуття відтворюваних сигналів органом слуху людини, визначення можливостей слухового органу до сприйняття звукових сигналів.

Джерелами звукових коливань в роботі є генератори звукових частот, програвач компакт-дисків із високоякісною музичною програмою, а сигналами натурального звучання є звуки мови, шуми повітря, акустична гітара тощо. Вторинні сигнали відтворюються побутовими акустичними системами.

Звукові сигнали в процесі виконання роботи комбінуються між собою, відтворюються за різних умов та сприймаються слуховим органом людини й вимірювальним мікрофоном. В результаті роботи студенти оцінюють суб'єктивно відчуття сигналів та об'єктивно вимірюють спектр і рівні сигналів за допомогою вимірювача рівня або вольтметра та спостерігають форму сигналів за допомогою осцилографа.

Робота припускає наступні дослідження:

- суб'єктивне сприйняття та об'єктивне вимірювання спектру й форми тональних сигналів, що відтворюються ГЗЧ через побутову акустичну систему;
- суб'єктивне сприйняття та об'єктивне вимірювання спектру й форми комбінованих тональних сигналів (співзвучності), що відтворюються двома ГЗЧ через пару побутових акустичних систем, відчуття биттів;
- суб'єктивне сприйняття та об'єктивне вимірювання рівня тонального сигналу, що відтворюються одним ГЗЧ через пару побутових акустичних систем, включених у фазі та протифазі;

- суб'єктивне сприйняття та об'єктивне вимірювання рівнів тональних сигналів в діапазоні 20...20000 Гц, що відтворюються одним ГЗЧ через пару головних телефонів (стереонавушників);
- дослідження форми та спектру сигналів, відтворюваних органом мовотворення людини із застосуванням мікрофону;
- дослідження форми та спектру сигналів, відтворюваних акустичною гітарою або іншим натуральним музичним інструментом із застосуванням мікрофону;
- дослідження форми та спектру сигналів, а також суб'єктивна оцінка якості звуковідтворення музичних і тестових сигналів, що відтворюються з ПКД за різних умов звуковідтворення;
- інше, за бажанням студентів.

Узагальнена структурна схема підключення обладнання для проведення досліджень наведена на рис. 1.1.

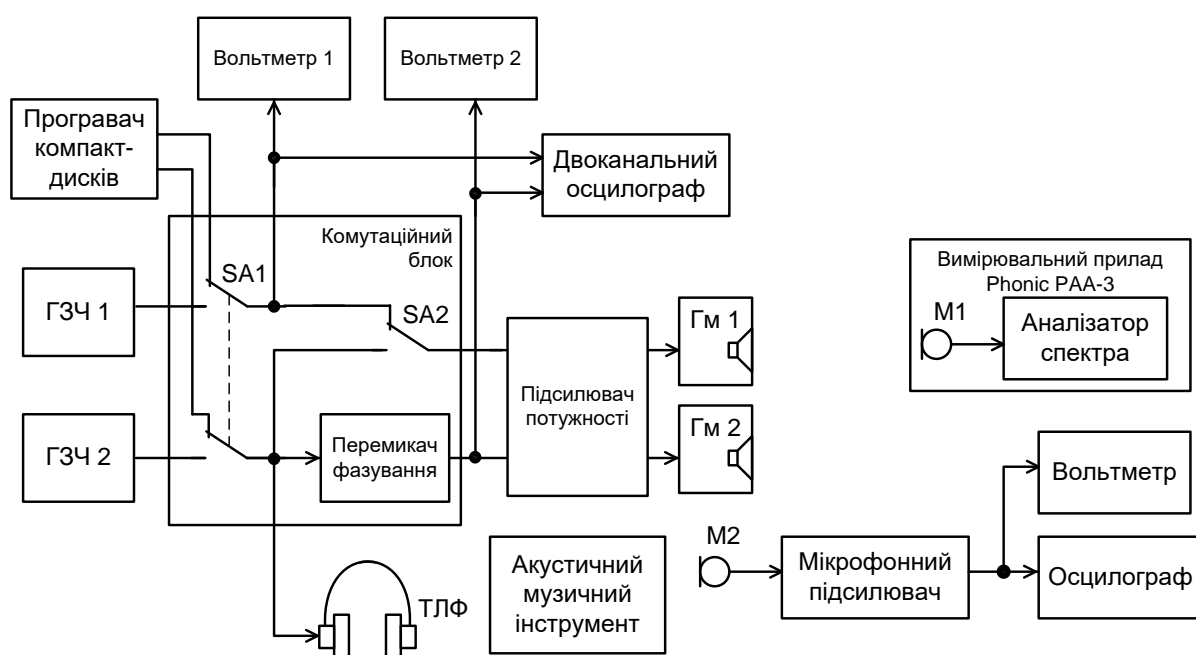


Рисунок 1.1 - Узагальнена структурна схема підключення обладнання

Для об'єктивного вимірювання характеристик звукових сигналів застосовується вимірювальний пристрій – аналізатор звукових сигналів Phonic PAA-3 (рис. 1.2).

Phonic PAA-3 – це аналізатор спектру, що працює в реальному часі і забезпечує вимірювання звукового тиску, має можливість вимірювання часу реверберації. Прилад оснащений вимірювальним мікрофоном, внутрішнім калібратором, вбудованим генератором рожевого шуму, синусоїдального сигналу частотою 1 кГц і полярного сигналу. В пристрої передбачено вбудований блок живлення: 4 батареї АА, пам'ять на 16 комірок, USB порт для

підключення до ПК, функцію обчислення усередненого значення. Пристрій забезпечує вимірювання звукового сигналу в діапазоні від 20 до 20000 Гц, тривалість роботи батареї: 7 годин.

Всі функції і меню приладу стають легкодоступними, за допомогою всього трьох ергономічних клавiш. USB порт ще з більшою невимушеністю дозволить користувачеві зберегти або завантажити інформацію з комп'ютера. Великий РК дисплей має підсвічування, яке можна включити при роботі в затемнених приміщеннях.

Характеристики:

Вимірювач рівня звукового тиску (SPL). Для вимірювання SPL можна використовувати мікрофон, який автоматично налаштовується на один з восьми передбачених діапазонів чутливості (35 дБ, 50 дБ, 60 дБ, 70 дБ, 80 дБ, 90 дБ, 100 дБ і 130 дБ). На дисплеї значення відображаються як у вигляді числових значень з кроком 0,1 дБ, так і у вигляді горизонтальної шкали з можливістю показу максимального зафіксованого значення. У режимі SPL можна виміряти рівень сигналу (від -20 дБ до 36 дБ), а також вхідну напругу (від 0 В до 50 В) лінійних входів, наприклад мікшерного пульта.

Аналізатор спектру в режимі реального часу (RTA). В основі аналізатора спектра лежить складний FFT-алгоритм, за допомогою якого обчислюється розподіл енергії за частотним спектром. Аудіоспектр оцінюється в цілому у діапазоні частот від 20 Гц до 20 кГц і відображається на дисплеї як 31-смуговий спектроаналізатор. Отримані результати можна зберегти в пам'яті і при необхідності перенести в комп'ютер.



Рисунок 1.2 - Вимірювальний прилад Phonic PAA-3

Усереднене значення (Average). Функція Average дозволяє обчислити середнє значення показників записаних в комірки пам'яті.

Тестер з'єднувальних кабелів (Cable Test). Режим Cable Test дозволяє перевірити розпаювання кабелів з рознімачами XLR. На дисплеї при тестуванні відображається який контакт одного кінця кабелю з яким контактом іншого кінця кабелю з'єднані між собою.

Пам'ять (Memory). Вбудована пам'ять має 16 комірок, з яких 10 для режиму RTA, а решта 6 комірок служать для функції Average. Пам'ять не має окремого живлення, з цього при відключенні від АС-адаптера або від батареї, пам'ять обнуляється. Всі дані пам'яті можуть бути скинуті на РС, для цього є спеціальний перехідник з рознімачем RS-232.

Фазова перевірка (Phase Check). За допомогою цієї функції можна визначити полярність гучномовців. Мікрофон направляється на випробуваний гучномовець, і в залежності від його приєднання на екрані відображається "+" або символ "-", що свідчить про позитивну або негативну полярність гучномовця відповідно.

Послідовність виконання роботи

Специфіка виконання даної роботи передбачає проведення досліджень одночасно для всієї групи. Однак, окремі пункти, зокрема, регулювання параметрів та включення режимів роботи виконуються побригадно (визначається викладачем).

1. Встановити гучність регулятором гучності на підсилювачі потужності в мінімальне положення (крайне ліве). Встановити компакт-диск з музичними творами в програвач та включити відтворення. При цьому вимикачі SA1, SA2 і перемикач фазування комутаційного блоку встановлені у вимкненому стані. Встановити гучність в оптимальне положення для прослуховування в лабораторії. Через гучномовці буде відтворюватись звукова програма.

2. Прослуховуючи фонограму оцінити суб'єктивно якість звуковідтворення стосовно тембру, гучності, умов звуковідтворення, шумових завад тощо. Описати відчуття сприйманого музичного сигналу.

3. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти рівень та спектр акустичного сигналу на відстані 1 м від акустичних систем. Зарисувати (або сфотографувати) приблизний спектр з дисплею приладу. Описати рівні спектральних складових та порівняти об'єктивні дані з результатами суб'єктивного сприйняття звуку.

4. Встановити зовнішній мікрофон (M2) на відстані 1 м від акустичних систем та дослідити форму сигналу на осцилографі. Зарисувати (або сфотографувати) приблизну осцилограму сигналу. Виміряти середній рівень

сигналу вольтметром. Порівняти значення акустичного та електричного рівнів та обґрунтувати невідповідність значень.

5. Встановити гучність регулятором гучності на підсилювачі потужності в мінімальне положення (крайнє ліве). Підключити до гучномовців генератор звукових частот (ГЗЧ2), при цьому вимикачі SA1 і SA2 встановити у положення «Включено», а перемикач фазування комутаційного блоку залишається у вимкненому стані. Встановити гучність в оптимальне положення для прослуховування в лабораторії. Через гучномовці буде відтворюватись тональний гармонічний сигнал синусоїдальної форми.

6. Змінюючи частоту та рівень сигналів, оцінити та описати суб'єктивне сприйняття гармонічних сигналів різного рівня та частоти.

7. Встановити частоту гармонічного сигналу 100 Гц з рівнем оптимальним для умовно тривалого прослуховування. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти на відстані 1 м від акустичних систем акустичний рівень та спектр сигналу, а за допомогою мікрофона М2, встановленого також на відстані 1 м, і вольтметра – електричний рівень сигналу.

8. Змінити фазування гучномовця Гм2 перемикачем фазування та виміряти параметри відповідно п.7. Порівняти результати вимірювань.

9. Встановити частоту гармонічного сигналу 4000 Гц з рівнем оптимальним для умовно тривалого прослуховування. Виконати вимірювання параметрів відповідно п.7, п.8.

10. Встановити гучність регулятором гучності на підсилювачі потужності в мінімальне положення (крайнє ліве). Відновити фазування Гм2. Підключити до гучномовця Гм1 генератор ГЗЧ1, для чого встановити SA2 в положення «Вимкнено». Встановити на ГЗЧ1 та ГЗЧ2 частоту 100 Гц однакового рівня. Рівні сигналів контролюються вольтметрами 1 та 2.

11. Гучність відтворення сигналів на акустичних системах забезпечити оптимальну для тривалого прослуховування. Змінювати (збільшувати і зменшувати відносно частоти 100 Гц) в невеликих межах частоту на генераторі ГЗЧ1. При цьому, прослуховуючи сигнали, буде відчуватися биття, як різницєва частота $f_{\text{бит}} = f_{\text{ГЗЧ1}} - f_{\text{ГЗЧ2}}$, а на двоканальному осцилографі (включено режим підсумовування сигналів 1 та 2 каналів) спостерігається модульований сигнал.

12. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти на відстані 1 м від акустичних систем акустичний рівень та спектр сигналу, а за допомогою мікрофона М2, встановленого також на відстані 1 м, і вольтметра – електричний рівень сигналу.

13. Змінюючи частоту сигналу на ГЗЧ1 до частоти 200 Гц, що відповідає октаві для 100 Гц, описати відчуття сприйняття різночастотних сигналів в межах октави. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти на відстані 1 м від акустичних систем акустичний рівень та спектр сигналу, а за

допомогою мікрофона М2, встановленого також на відстані 1 м, і вольтметра – електричний рівень сигналу.

14. Змінювати частоту на ГЗЧ1 до 4 кГц. Описати сприйняття різночастотних сигналів, частоти яких віддалені між собою більше октави та виконати вимірювання, згідно п.12.

15. Встановити гучність регулятором гучності на підсилювачі потужності в мінімальне положення (крайне ліве). Підключити ГМ1 до генератора ГЗЧ2 (вимикачі SA1 і SA2 встановити у положення «Включено»). Включити на генераторі режим генерування прямокутного періодичного сигналу. Встановити частоту гармонічного сигналу 100 Гц з рівнем оптимальним для умовно тривалого прослуховування. Описати відчуття сприйняття прямокутного сигналу, порівнюючи з відчуттям синусоїдального сигналу. (В процесі відтворення сигналу на генераторі почергово комутувати режим прямокутного і синусоїдального сигналу).

16. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти на відстані 1 м від акустичних систем акустичний рівень та спектр прямокутного сигналу, а за допомогою мікрофона М2, встановленого також на відстані 1 м, і вольтметра – електричний рівень сигналу. Зарисувати спектр акустичного сигналу з дисплею Phonic PAA-3, а також форму вторинного акустичного з осцилографа, підключеного до тракту підсилення мікрофона М2.

17. Встановити рівень вихідного сигналу на генераторах в мінімальне значення (крайне ліве положення). Відключити відтворення сигналів гучномовцями.

18. Індивідуально для кожного студента надіти головні телефони. Встановити на генераторі ГЗЧ2 частоту сигналу 1000 Гц, а рівень сигналу такий, що відповідає оптимальній гучності для умовно тривалого прослуховування. Змінювати частоту сигналу від 20 Гц до 20000 Гц, прослуховувати сигнали і узагальнено оцінити і описати можливості відчуття звукових частот.

19. Індивідуально для кожного студента відтворити звуки мови біля мікрофона М2. Як звуки мови натурального звучання застосовуються звуки, що відповідають буквам алфавіту (голосні, приголосні, глухі), склади слів, короткі слова тощо. В процесі дослідження вимірювати електричний рівень сигналу вольтметром та спостерігати форму мовного сигналу на осцилографі.

20. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти на відстані приблизно 0,5 м від органу мовотворення (рота) акустичний рівень та спектр мовного сигналу.

21. Провести дослідження, відповідно п.п. 19, 20, а за джерело сигналу застосовувати звуки, відтворювані акустичною гітарою.

22. За допомогою вимірювального приладу Phonic PAA-3 виміряти акустичний рівень та спектр шумового сигналу в приміщенні лабораторії, фойє учбового корпусу, на вулиці тощо.

У звіті про лабораторну роботу привести:

- структурну схему стенду;
- рисунки або фотографії спектрів сигналів, що відображаються на дисплеї вимірювального приладу Phonic PAA-3, а також форми сигналів з осцилографа;
- значення акустичних та електричних рівнів сигналів;
- опис індивідуального відчуття сприйманих сигналів;

У звіті обов'язково зробити висновок про суб'єктивне сприйняття різних звукових сигналів, порівнюючи отримані результати з теоретичними відомостями.

Питання для самоперевірки

1. Який динамічний та частотний діапазони сигналів натурального звучання, як то мови, музики, шумів природи тощо.
2. Як сприймаються звукові сигнали різних частот, відтворювані одночасно.
3. Які звуки називають простими, а які складними.
4. Які спектри мають мовний та музичний сигнали.
5. Що таке биття і як воно відчувається слуховим органом людини.
6. Які параметри характеризують звуковий сигнал.
7. Як змінюється рівень сигналу при відтворенні двома гучномовцями, що включені у фазі та в протифазі.
8. Яким рівням гучності відповідає больовий поріг та поріг чутності людського слуху.
9. Як визначається довжина хвилі звукового сигналу.
10. Які частоти вважаються ультразвуковими і які інфразвуковими.

Література [1,2,3,9].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження параметрів та функціональних можливостей студійного еквалайзера

(Робота передбачає виконання її впродовж двох занять, тобто, 4 годин аудиторного навантаження).

Мета роботи: визначити необхідність оброблення сигналів за частотою у трактах формування програм, вивчити функціональні можливості та функціональну схему еквалайзера, виміряти основні технічні параметри еквалайзера, оцінити вплив тракту з регульованою АЧХ на передавання сигналів натурального звучання, набути навичок роботи з студійним еквалайзером.

Опис роботи

Еквалайзери або регулятори тембру призначені для частотного оброблення або зміни спектру звукового сигналу шляхом регулювання АЧХ трактів.

Метою частотного оброблення звукових сигналів або регулювання спектру сигналу є: тембральне забарвлення звучання та лінеаризація частотної характеристики звучання в залежності від гучності відтворення звукових програм, додання більшої виразності звучанню музичних інструментів, зменшення помітності деяких недоліків мови (неприємного тембру, шепелявості, посвисту), створення різних звукових ефектів, наприклад імітації звучання мови по телефону, по радіо, через рупор, отримання нових, незвичайних тембрів, виправлення порушень частотного балансу, що виникає при відтворенні сигналів з підвищеною або зниженою в порівнянні з початковою гучністю, ослаблення впливу завад (шумів) при реставрації старих фонограм, записаних механічним, оптичним або магнітним способом, і при записі в незадовільних акустичних умовах.

Для професійного застосування найчастіше застосовуються багатосмугові графічні еквалайзери. Конструктивна особливість графічного еквалайзера – це розташування в одній площині всіх регуляторів рівня сигналу у регульованих частотних смугах, причому таким чином, що положення регуляторів відображають частотну характеристику тракту передавання сигналу. Регулювання може бути в октавних, напівоктавних та третинооктавних смугах, що визначає кількість смуг регулювання, відповідно: 10, 20, 30. Частіше застосовують комбіновані еквалайзери з кількістю смуг, у середньому, – 15.

Більш гнучкі у регулюваннях параметричні еквалайзери, хоча і мають кількість смуг, у середньому, 5. У них є можливість регулювання не лише

підсилення/ослаблення рівня сигналу у певній смузі частот, а й регулювання середньої частоти смуги та ширини сути (добротності) фільтру.

Як і будь-які технологічні пристрої створення звукових і відеопрограм для телерадіомовлення, еквалайзери характеризуються рядом показників, серед яких: робочі, експлуатаційні, конструктивні тощо.

У роботі застосовуються студійний графічний еквалайзер, що складається з набору смугових фільтрів з регульованим параметром, засоби вимірювання і прослуховування, встановлених на виході тракту проходження сигналів.

Робота полягає в ознайомленні з макетом графічного студійного еквалайзера, дослідженням його характеристик, а також впливу регулювань АЧХ еквалайзером на сприйняття сигналів натурального звучання слухачами. Джерелом сигналів натурального звучання в роботі є програвач компакт-дисків із високоякісними музичними фонограмами.

В процесі роботи вивчаються функціональні можливості та технічні параметри еквалайзера, призначення елементів управління, функціональна схема еквалайзера та підключення його у складі лабораторного макету, проводиться вимірювання АЧХ у різних режимах роботи, відпрацьовуються навички роботи з еквалайзером. Результати вимірювань порівнюють з паспортними даними еквалайзера. В процесі виконання роботи також оцінюється вплив зміни АЧХ системи на суб'єктивне сприйняття сигналів натурального звучання слухачем.

Лабораторна робота передбачає прослуховування високоякісної звукової програми, що відтворюється з програвача компакт-дисків. Прослуховування звукової програми здійснюється за допомогою головних стереотелефонів індивідуально для кожного студента. Гучність прослуховування встановлюється у підсилювачі потужності головних телефонів індивідуально для кожного слухача.

Для дослідження сприйняття звукової програми встановлюється оптимальне для слухача положення регулятора гучності і за допомогою еквалайзера регулюються рівні сигналів у кожній частотній смузі, забезпечуючи такий тембр звучання, що є найбільш приємним для слухача. Після регулювання тембру джерело звукової програми відключається і на вхід макету подається сигнал з генератора звукових частот або з тестового диска і вимірюється амплітудно-частотна характеристика.

Для дослідження параметрів еквалайзера вивчається функціональна схема еквалайзера та проводяться наступні вимірювання:

- наскрізна АЧХ еквалайзера при різних положеннях регуляторів: середньому, максимальному і мінімальному;
- смуги пропускання фільтрів на декількох частотах;
- частота зрізу ФВЧ;
- межі регулювання рівня сигналу на декількох частотах.

Макет дослідження еквалайзера наведено на рис 2.1.

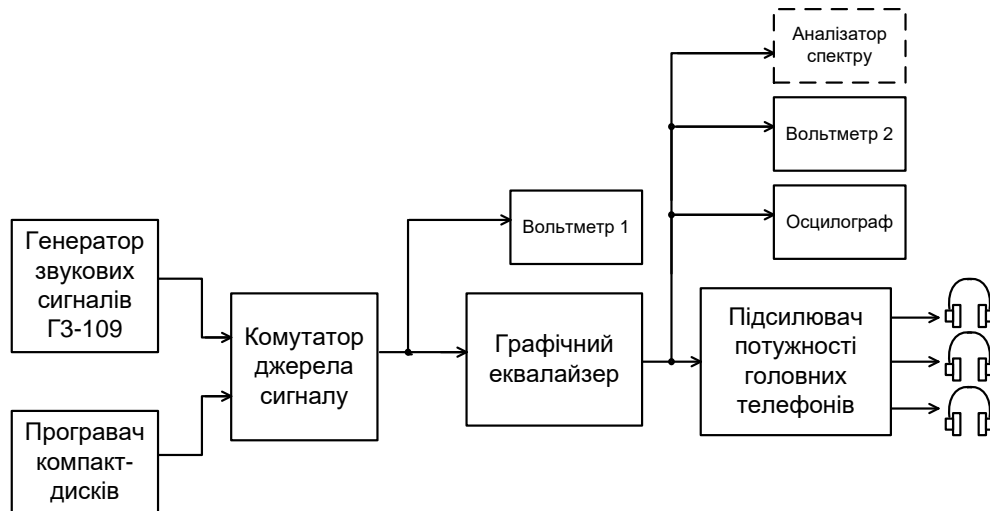


Рисунок 2.1 – Структура макета для дослідження студійного еквалайзера

Лабораторний стенд складається з:

- програвача компакт-дисків;
- студійного графічного еквалайзера BERINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502;
- осцилографа та вольтметра;
- контрольного підсилювача з двома (чотирма) парами стереонавушників для слухового контролю звукових фонограм, записаних на компакт-дисках;
- двох тестових компакт-дисків із записом різних сигналів.

Сигнали з тестових дисків, відтворені програвачем, потрапляють на обидва вхідні канали еквалайзера (еквалайзер має набір фільтрів окремо для обробки лівого та правого каналів), обробляються фільтрами та надходять на підсилювач для навушників. Мілівольтметр та осцилограф підключені паралельно до виходу **правого** каналу еквалайзера.

Опис студійного графічного еквалайзера BERINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502

ULTRAGRAPH PRO FBQ1502 (рис. 2.2) – професійний, стереофонічний аналоговий 15-смуговий графічний еквалайзер з FBQ системою виявлення зворотного зв'язку для студійної і концертної роботи.

У приладі використана система виявлення зворотного зв'язку FBQ, яка дозволяє миттєво визначати критичні частоти, що викликають зворотний зв'язок, а також може бути використана як аналізатор спектру. Іншою характерною особливістю FBQ1502 є окремий моновихід на гучномовець наднизьких частот (сабвуфер) з регульованою частотою кросовера, що дозволяє

додати звучанню додаткове тембральне забарвлення на НЧ.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд еквалайзера
BERINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502

Вбудований обрізний НЧ фільтр видаляє з сигналу такі недоліки як сценічний гул, а точний 4-сегментний світлодіодний індикатор вихідного сигналу і регулятор підсилення забезпечують просту установку рівня. В схемотехніці еквалайзера застосовані високоякісні компоненти, як то надмалощумні операційні підсилювачі, що забезпечують виняткову якість звуку і сервобалансовані входи і виходи на 1/4" TRS- і позолочених XLR-рознімачах, екранований тороїдальний трансформатор для зменшення наведень, високоміцний металевий корпус гарантує довгу і бездоганну роботу навіть в найжорсткіших умовах експлуатації. Гарантією надійності елементів управління є високоякісні з підсвічуванням та фіксованим середнім положенням регулятори АЧХ (растрові потенціометри ALPS®) і перемикачі, що також підсвічуються.

Технічні характеристики:

- діапазон частот: 10...200000 Гц при нерівномірності АЧХ ± 3 дБ;
- відношення сигнал/шум в діапазоні частот 22 Гц...22 кГц і рівні сигналу +4 дБ: >94 дБ;
- вхідний опір: 40 кОм;
- максимальний вхідний рівень сигналу: +21 дБ;
- коефіцієнт нелінійних спотворень на частоті 1 кГц при рівні +4 дБ: 0,006%;
- перехідна завада між каналами: -65 дБ;
- діапазон регульованих частот: 20 Гц (1 смуга)...16 кГц (15 смуга);
- крок частот регулювання АЧХ: 2/3 октави;
- діапазон регулювання тембру: $\pm 6/\pm 12$ дБ;
- частота зрізу ФВЧ: 25 Гц;
- крутизна спадання ЧХ ФВЧ: 12 дБ/октава;
- межі регулювання рівня вхідного сигналу: -15...0...+15 дБ;
- частота зрізу ФНЧ на виході для підключення ННЧ каналу: змінна, 30...200 Гц;
- чотирьохсегментний світлодіодний індикатор вихідного рівня з відсвічуванням рівнів: -20/0/+6/КЛП.

Функціональна схема еквалайзера BERINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502 наведена на рис. 2.3.

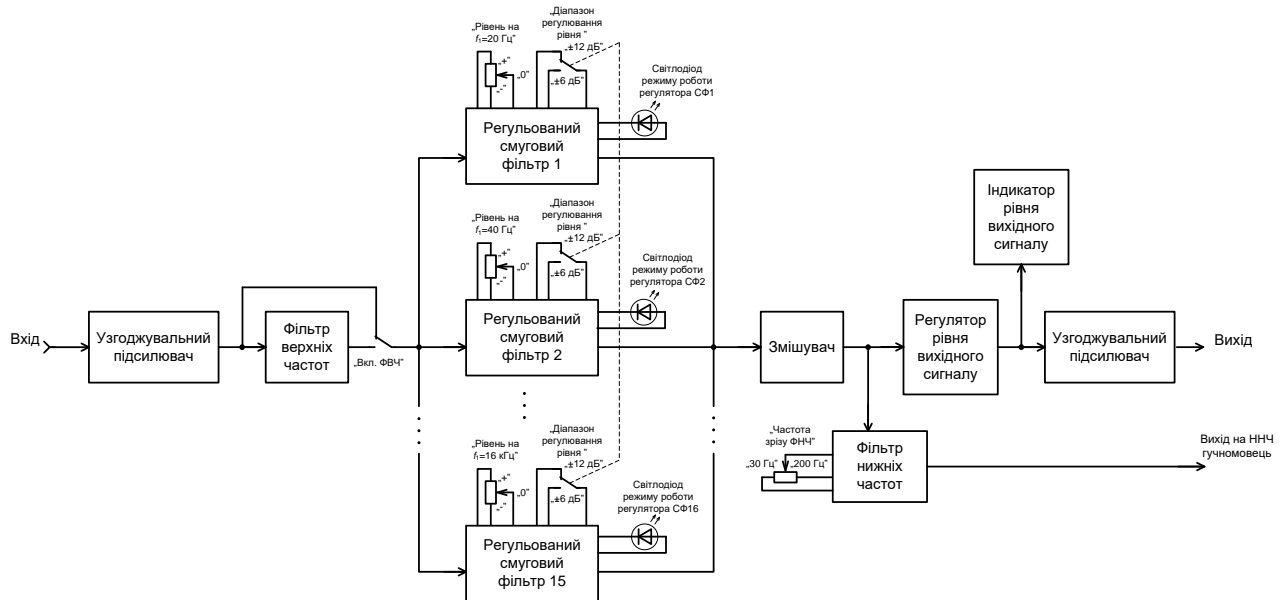


Рисунок 2.3 – Функціональна схема одного каналу еквалайзера BERINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502

Послідовність виконання роботи

1. Вивчити опис, технічні параметри, функціональну схему еквалайзера і структурну схему лабораторного стенду. Описати призначення і функціональні можливості елементів управління еквалайзера.

2. Вивчити інструкцію з експлуатації та елементи управління ПКД та еквалайзера, розміщення органів керування пристроями і набути навичок введення у дію різних режимів роботи.

3. *Включити живлення приладів і пристроїв стенду.* Включити еквалайзер в режим корекції частотної характеристики, тобто режим, в якому звуковий сигнал проходить через кола регулювання АЧХ. Положення регуляторів тембру встановити в середнє положення, тобто без корекції АЧХ (фіксована точка регуляторів).

4. Встановити тестовий компакт-диск із записаними музичними фрагментами в програвач і включити режим відтворення. Установка КД проводиться на каретку диска після натиснення клавіші «Open/Close» і повного висунення каретки з шахти. Режим відтворення включається натисненням клавіші «Play» після повного завантаження каретки з диском в шахту (клавішею «Open/Close») і визначення сервосистемою ПКД наявності диска, що буде відображено на дисплеї.

Обрати музичний фрагмент, що відповідає Вашому уподобанню музики за

[illegible]

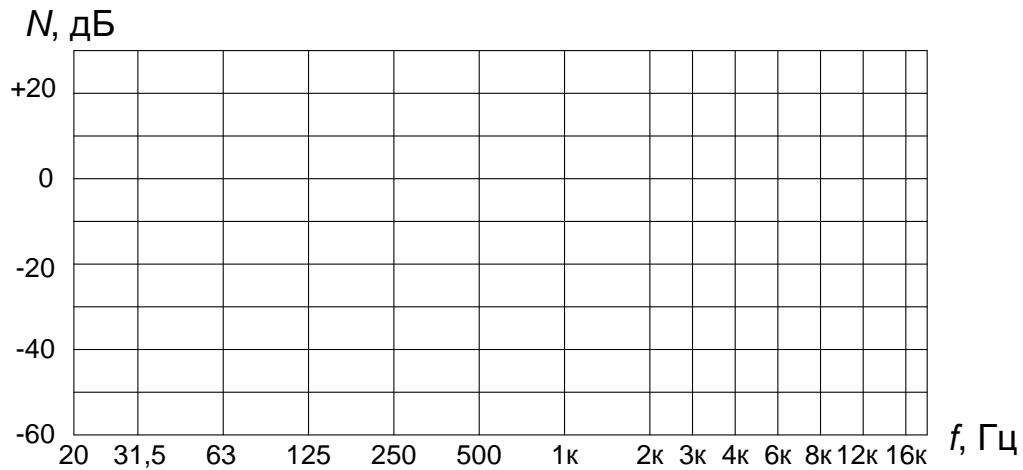


Рисунок 2.4 – Графік для побудови частотної характеристики

10. Встановити регулятори еквалайзера в середнє положення при включеному еквалайзері.

11. Виконати дослідження з п.п. 8, 9.

12. Встановити регулятори рівня сигналу на частотах 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц еквалайзера в максимальне підсилення, тобто у верхнє положення (інші регулятори залишаються у центральному положенні).

13. Виконати дослідження з п.п. 8, 9. За рисунком АЧХ визначити смугу пропускання смугових фільтрів з центральними частотами 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, що визначається на рівні 0,7 від максимального значення рівня на центральній частоті.

14. Встановити регулятори рівня сигналу на частотах 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц еквалайзера в мінімальне підсилення, тобто у нижнє положення. Виконати дослідження з п.п. 8, 9. За отриманою АЧХ визначити смугу режекції фільтрів.

Таблиця 2.2 – Результати вимірювань АЧХ звуковідтворення

[illegible][illegible]

Таблиця 2.3 – Результати вимірювань АЧХ звуковідтворення

$f_{\text{осн}},$ Гц	20	31,5	40	63	100	125	160	250	400	500	630	1к	1,6к
$N,$ дБ													

$f_{\text{осн}},$ Гц	2,5к	4к	6,3к	8к	10к	12к	14к	16к	18к	20к
$N,$ дБ										

(Графіки АЧХ, що отримані при вимірюваннях у п.п. 11, 13, 14 зобразити на одному рисунку).

15. Встановити регулятори еквалайзера у середнє положення. Включити ФВЧ та виміряти АЧХ тракту з включеним ФВЧ (дослідження проводити відповідно п.п. 8, 9). Визначити частоту зрізу та крутизну спадання АЧХ фільтра.

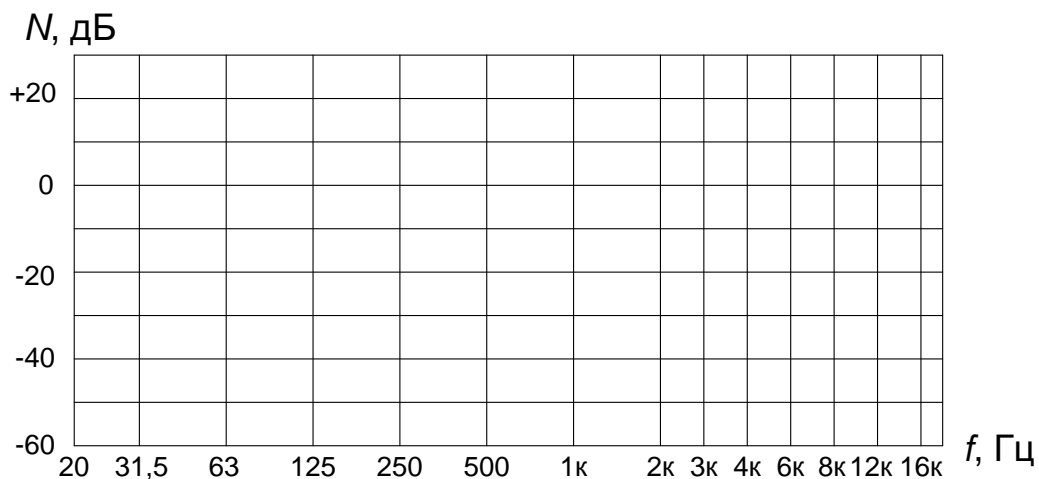


Рисунок 2.5 – Графік для побудови частотної характеристики

16. Встановити відтворення тестового сигналу з диска частотою 1000 Гц. Регулятор рівня еквалайзера на частоті 1 кГц встановити у середнє положення.

Виміряти рівень сигналу на виході еквалайзера за допомогою вольтметра.

17. Встановити межі регулювання рівня у положення ± 12 дБ, а регулятор рівня на частоті 1 кГц у максимальнє верхнє положення. Виміряти рівень сигналу вихідним вольтметром, визначивши, тим самим, реальну межу (діапазон) регулювання рівня у сторону його збільшення.

18. Встановити межі регулювання рівня у положення ± 12 дБ, а регулятор

рівня на частоті 1 кГц у мінімальне нижнє положення. Виміряти рівень сигналу вихідним вольтметром, визначивши, тим самим, реальну межу (діапазон) регулювання рівня у сторону його зменшення.

19. Встановити межі регулювання рівня у положення ± 6 дБ та провести вимірювання рівня як у п.п. 17,18 і оцінити реальну межу (діапазон) регулювання рівня для даного режиму.

У звіті про лабораторну роботу привести:

- функціональну схему еквайзера, структурну схему лабораторного стенда;

- технічні параметри, призначення та функціональні можливості еквайзера;

- таблиці та графіки АЧХ у різних режимах роботи.

У звіті обов'язково зробити висновок про суб'єктивну оцінку якості відтворення звукових фонограм з оптичних компакт-дисків, призначення еквайзерів та зробити порівняльний аналіз отриманих результатів з теоретичними положеннями стосовно необхідності та можливостей оброблення сигналів по частоті.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність регулювання тембру.
2. Поясніть необхідність частотного оброблення звукових сигналів.
3. Що таке еквайзер і як він впливає на звуковий сигнал.
4. В чому полягає термін «графічний» еквайзер.
5. Які параметри еквайзера в першу чергу визначають його якість.
6. В чому різниця між графічним та параметричним еквайзерами.
7. Перерахуйте експлуатаційні характеристики студійних еквайзерів.
8. Які оригінальні, на вашу думку, конструктивні й схемотехнічні рішення використані у самому еквайзері та у макеті роботи.

Література [1,2,4,7,8,13].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Дослідження параметрів та функціональних можливостей цифрового ревербератора

(Робота передбачає виконання її впродовж одного заняття, тобто, 2 годин аудиторного навантаження).

Мета роботи: визначити необхідність оброблення звукових сигналів за часовими параметрами, вивчити функціональні можливості та функціональну схему цифрового ревербератора, експериментально дослідити формування звукових ефектів із застосуванням ревербератора, набути навичок роботи з студійним ревербератором.

Опис роботи

Ревербератор відноситься до пристроїв створення звукових ефектів, що забезпечує обробку звукових сигналів за часовими параметрами. Ревербератори будуються із застосуванням ліній затримок, час затримки яких може складати від декількох мілісекунд до декількох секунд. Назва ревербератора визначена його можливістю створювати певний ревербераційний процес, що імітує природну реверберацію приміщення за рахунок відповідних затримок сигналів.

Розрізняють аналогові і цифрові ревербератори. До перших відносяться ревербераційні камери, листовий, пружинний і магнітний ревербератори.

Ревербераційна камера – приміщення з перешкодами, що добре відбивають звук. Лінійні розміри – декілька метрів, об'єм – від 120 до 300 м³. Змінюючи співвідношення рівнів початкового і відбитих (ревербераційних) сигналів, добиваються бажаної ефектної реверберації. Найбільший час реверберації досягає 5...7 с. Із всіх аналогових пристроїв штучної реверберації ревербераційною камерою створюється найприродніше звучання, оскільки в ній не імітується, а реально здійснюється ревербераційний процес. Недолік ревербераційної камери – громіздкість і велика вартість.

В листовому ревербераторі використовують відбиття коливань від меж металевого листа. Коливання збуджуються датчиком, схожим по конструкції на електродинамічний гучномовець. Рухома звукова котушка скріплена зі стержнем, привареним до листа перпендикулярно його площини. Для знімання коливань використовують аналогічний або п'єзоелектричний перетворювач. Отриманий ефект близький до природного, хоча і відрізняється дещо від нього, оскільки процес йде не в трьох-, а в двовимірному просторі. Ревербератор досить громіздкий – лінійні розміри листа складають 2 і 1 м.

Магнітний ревербератор будується на основі магнітофонної лінії затримки. Для ускладнення часової структури затриманих сигналів використовують декілька відтворюючих головок (від 4 до 28 в різних моделях). Не зважаючи на це, затриманим сигналам властива регулярність, а їх структура не ущільнюється з часом, як це властиво природному процесу реверберації в приміщенні. Крім того, такому ревербератору властиві недоліки, властиві магнітофонам, – детонація, «плавання» звуку, обмежений динамічний діапазон.

Сьогодні аналогові ревербератори втратили значення у зв'язку з широким розповсюдженням цифрових ревербераторів. Цифровий ревербератор є швидкодіючим процесором, забезпеченим на вході АЦП, а на виході ЦАП. Частіше, всього в ревербераторі використовують принцип, запропонований Шредером. Він базується на паралельно-послідовному з'єднанні гребінчастих всепропускних фільтрів. Перші визначають тривалість процесу реверберації, другі – часову послідовність і густину імпульсів, що запізнюються, в початковій стадії ревербераційного процесу. Число затриманих сигналів, їх рівні і час запізнювання, що визначають характер реверберації, задаються програмою закладеною в програмну (довготривалу) пам'ять, імітується об'єм і пропорції лінійних розмірів приміщення, коефіцієнти поглинання і їх частотні характеристики. В деякі цифрових ревербераторах закладені готові програми, що відображають властивості кращих концертних залів.

Робота ревербератора базується на змішуванні основного (незатриманого) сигналу з одним або декількома (іноді багатьма) його затриманими повтореннями, але часи затримок Δt змінюються з різною швидкістю і по різних законах.

Ефекти, створювані ревербератором, формуються із застосуванням статичних (незмінних) значень затримки та динамічних затримок, що безперервно змінюються. На основі статичних затримок створюються такі ефекти, як: затримка, луна, повторення. З динамічною затримкою створюються ефекти дуєт, хор тощо.

Ефект дуєту, наприклад, одержують складанням основного і затриманого сигналів, причому час затримки змінюється по випадковому закону в межах 2...25 мс. Ефект хору при звучанні одиночного голосу або інструменту досягається аналогічно ефекту дуєту, тільки до основного сигналу додають не один, а декілька затриманих, причому тривалість затримок змінюються незалежно один від одного. Ефект створення ревербераційного процесу приміщення може застосовувати як статичні, так і динамічні затримки.

Для проведення лабораторної роботи застосовується студійний цифровий ревербератор.

Вивченню підлягає структурна схема ревербератора та його функціональні можливості. При дослідженні параметрів та можливостей ревербератора бажано

прослуховувати оброблені сигнали, відтворюючи натуральні звуки, наприклад, людську мову або звучання музичного інструмента, записаного на компакт-диск тощо. Потім, повторюючи установки органів керування, спостерігати процеси обробки на екрані осцилографа.

Вимірюванню підлягає розподілення у часі затриманих сигналів, створюваних лініями затримки ревербератора відносно прямого сигналу.

Макет лабораторної роботи наведений на рис. 3.1.

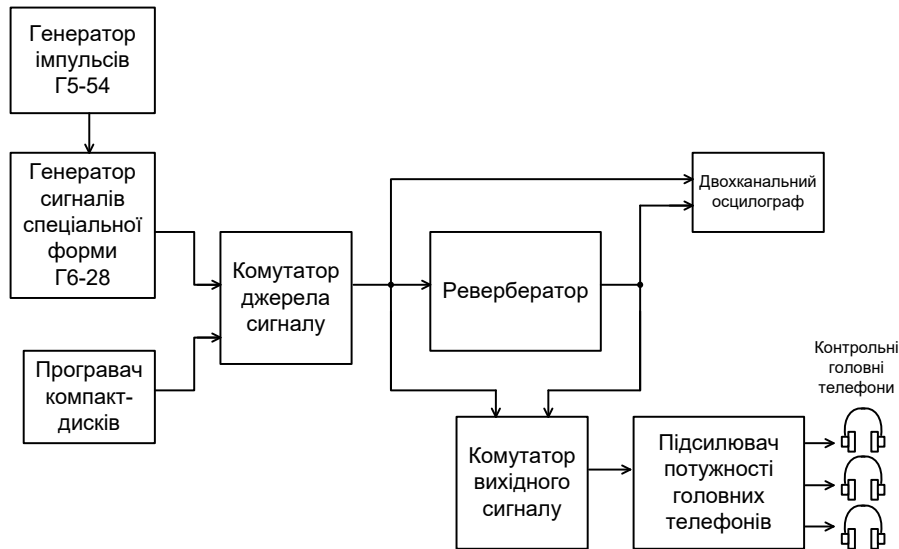


Рисунок 3.1 – Структура макета лабораторної роботи з дослідження ревербератора

Як джерело тестових сигналів застосовується генератор спеціальних сигналів, керований генератором імпульсів, створюючи короточасний (декілька періодів) синусоїдальний сигнал. При включенні будь-якого ефекту в залежності від режиму роботи ревербератора на екрані осцилографа з'являються повторювані (один або декілька) імпульси з постійним або змінним часом затримки з однаковим або різним рівнем (рис. 3.2). Перемикаючи почергово джерело сигналів, тобто програваач компакт-дисків з натуральним звуком або генератор тестових сигналів, можна прослуховувати і спостерігати, як впливає на сигнал обробка за допомогою ревербератора.

Опис студійного цифрового ревербератора PX-1100

Ревербератор PX-1100 (рис. 3.3) – професійний, монофонічний цифровий ревербератор для студійної і концертної роботи, що призначений для отримання ефектів луни, реверберації або хору.

Органи управління винесені на передню панель, а рознімачі підключення зовнішніх пристроїв (електромузичного інструменту, мікшерного пульта тощо) -

на задню.

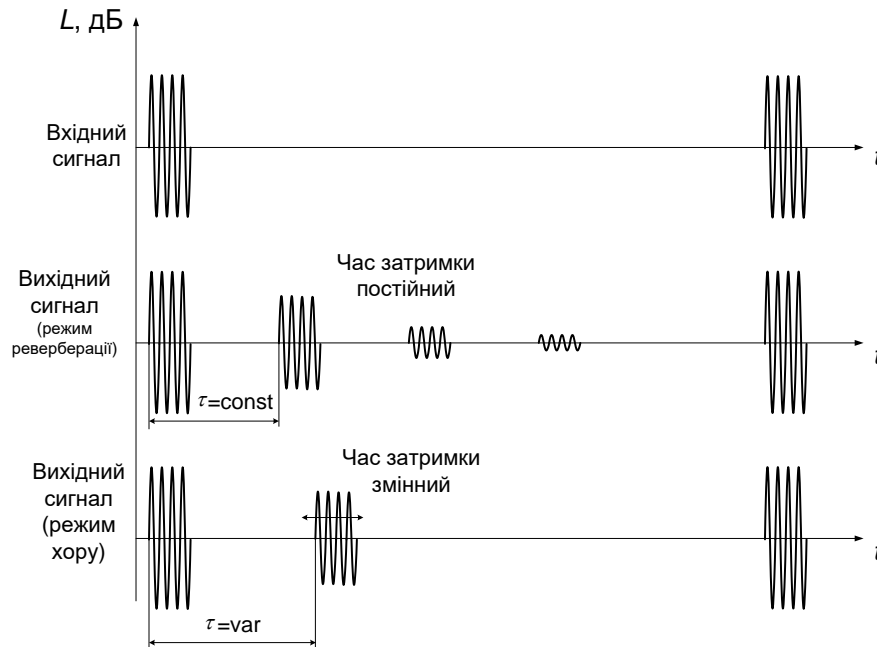


Рисунок 3.2 – Відображення на екрані осцилографа обробки сигналів за допомогою ревербератора

На передній панелі розміщені наступні органи управління:

ПІДСИЛЕННЯ – регулятор підсилення (чутливості) вхідного сигналу;

ПІК – індикатор перевантаження входу;

ПОВТОР – регулятор кількості повторень сигналу;

ЕХО – регулятор співвідношення першого та другого затриманих сигналів;

ТЕМБР – регулятор тембру затриманого сигналу;

БАЛАНС – регулятор балансу прямого та затриманого сигналів;

ГУЧНІСТЬ – регулятор гучності вихідного сигналу;

ЕФФ./ПР. – кнопка включення прямого або затриманого сигналу (ефекту);

ХОР - кнопка включення ефекту хору;

ХОЛ - кнопка включення ефекту холу;

РЕВЕРБ. - кнопка включення ефекту реверберації;

ПАМ'ЯТЬ - кнопка включення ефекту пам'яті;

0,25/1 - кнопка дискретного переключення часу затримки;

ЗАТРИМКА – регулятор часу затримки сигналів;

ЧАСТОТА – регулятор частоти модуляції затриманих сигналів;

МЕРЕЖА – кнопка та індикатор включення живлення мережі.

В ревербераторі передбачено два відводи з різним часом затримки (перший з короткою затримкою, другий з довгою). Співвідношення першого та другого затриманого сигналів встановлюється регулятором «ЕХО».



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд цифрового ревербератора PX-1100

Ефекти, в яких застосовується модуляція сигналу, як то: хор, дует, включаються кнопкою «ХОР», а кількість додаткових сигналів формується регулятором «ПОВТОР».

Регулятором «ЧАСТОТА» створюється необхідна частота модуляції сигналу.

Для отримання ефекту «ПАМ'ЯТЬ» необхідно регулятори «ЗАТРИМКА», «ЕХО» встановити у крайнє праве положення, кнопку «1/0,25» у положення «1», регулятор «ПОВТОР» у крайнє ліве положення.

Тривалість запису визначається максимальним часом затримки і дорівнює 1 с. Відтворити фразу й натиснути кнопку пам'ять. Ефектом «ПАМ'ЯТЬ» можна управляти дистанційно із застосуванням педалі.

Технічні характеристики:

- діапазон часу затримки сигналів, не вужче: 0,03...1 с;
- максимальна чутливість по входу: 20 ± 4 мВ;
- діапазон регулювання чутливості по входу, не менше: 36 дБ;
- діапазон частот по каналу прямого сигналу: 20...20000 Гц при нерівномірності АЧХ ± 3 дБ;
- діапазон частот по каналу затриманого сигналу при часі затримки 300 мс: 20...8000 Гц при нерівномірності АЧХ ± 3 дБ;

- відношення сигнал/(фон+шум) на виході ревербератора: >60 дБ;
- час реверберації при максимальній затримці сигналу, не менше: 7 с;
- вхідний опір: 220 кОм;
- вихідний опір: 2 кОм;
- напруга на виході, не менше: 775 мВ;
- коефіцієнт нелінійних спотворень, не більше: 0,01%.

Функціональна схема ревербератора РХ-1100 наведена на рис. 3.4

Послідовність виконання роботи

1. Вивчити схему включення стенду та функціональну схему цифрового ревербератора.

2. Перед включенням ревербератора встановити регулятори «ПОВТОР», «ГУЧНІСТЬ» у крайнє ліве положення; регулятор «ЗАТРИМКА» у центральне положення; кнопку «0,25/1» у положення «x1»; кнопку ПАМ'ЯТЬ – у положення «ВИМКН.»; кнопку «ЕФФ./ПР.» у положення «ПР».

3. Включити живлення приладів і пристроїв стенду. Встановити перемикач джерела сигналу в положення "Генератор".

4. Встановити за допомогою регулятора «ПІДСИЛЕННЯ» необхідну чутливість входу (до появи світіння світлодіода «ПК» і відсутності спотворень обмеження рівня на осцилографі), а регулятором «ГУЧНІСТЬ» необхідний рівень вихідного сигналу (також без спотворень).

5. Зарисувати вхідний та вихідний сигнали при виключених ефектах.

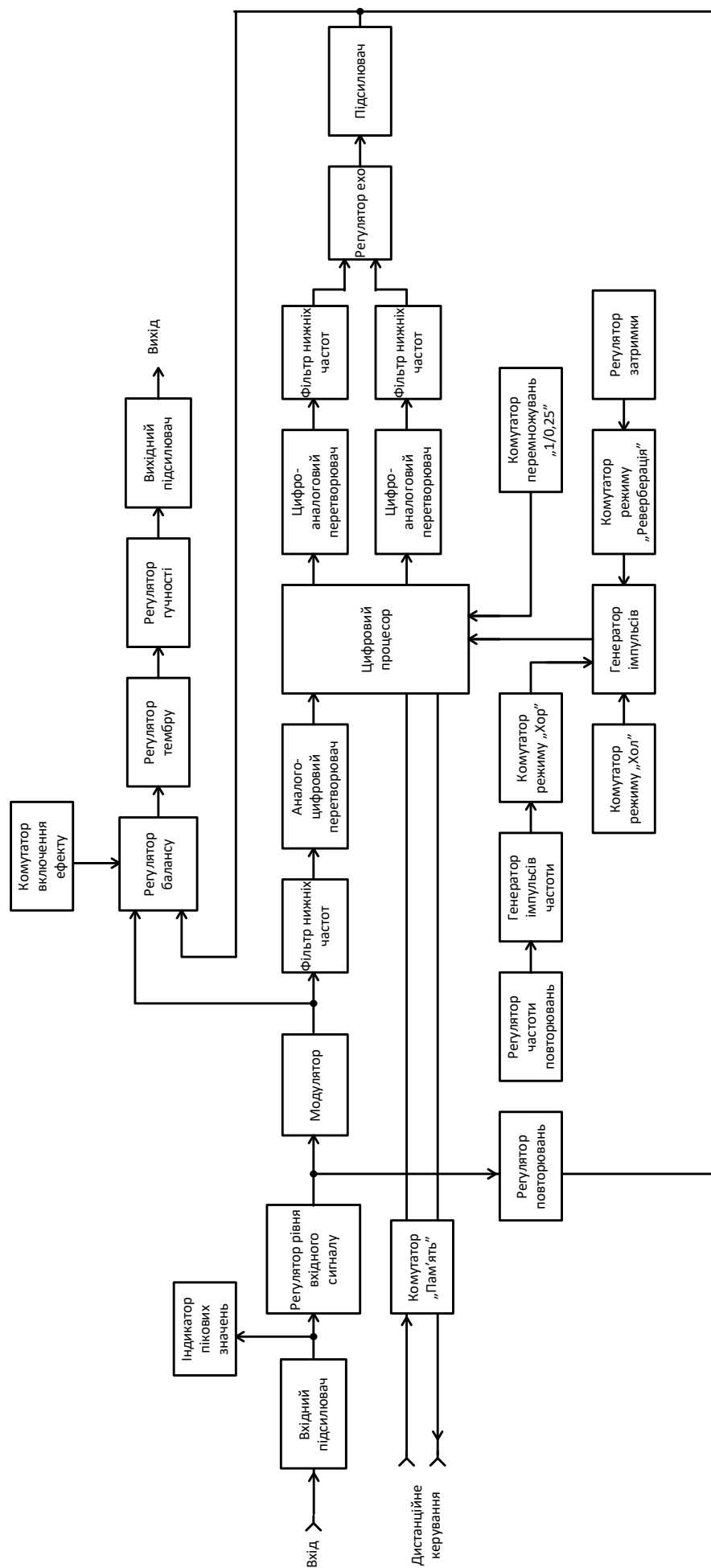
6. Змінюючи положення органів управління режимами роботи (регуляторів) ревербератора, визначити призначення регуляторів і їх вплив на вхідний/вихідний сигнали.

7. Включити ефект "Хол". Замалювати вхідний та вихідний сигнали при даному ефекті. Виміряти час затримки сигналів у часі.

8. Змінюючи положення органів управління режимами роботи (регуляторів) ревербератора, визначити вплив регулювань на вхідний/вихідний сигнали для ефекту "Хол".

9. Повторити п.п. 5, 6 з включеним ефектом "Хор".

10. Повторити п.п. 5, 6 з включеним ефектом "Реверберація". Регулюючи відповідні регулятори створити візуально на осцилографі ревербераційний процес приміщення.



11. Встановити перемикач джерела сигналу в положення "ПКД". Встановити тестовий компакт-диск із записаними музичними фрагментами в програвач і включити режим відтворення і упевнитися в працездатності ПКД. Встановлення КД проводиться на каретку диска після натиснення клавіші «Open/Close» і повного висунення каретки з шахти. Режим відтворення включається натисненням клавіші «Play» після повного завантаження каретки з диском в шахту (клавішею «Open/Close») і визначення сервосистемою ПКД наявності диска, що буде відображено на дисплеї.

12. Прослуховуючи музичні фрагменти, включати різні ефекти, створювані ревербератором. Суб'єктивно оцінити придатність ефектів у часі для різних музичних програм. Прослуховування ведеться за допомогою стереонавушників, включених в контрольний підсилювач.

13. Перед відключенням ревербератора необхідно вивести у крайнє ліве положення регулятори «ГУЧНІСТЬ» та «ПІДСИЛЕННЯ».

У звіті про лабораторну роботу привести:

- схему лабораторного стенду, функціональну схему ревербератора;
- опис ревербератора по функціональній схемі;
- опис призначення кожного органу управління;
- осцилограми досліджуваних сигналів.

У звіті обов'язково зробити висновок про відповідність практичних результатів теоретичним положенням і суб'єктивну оцінку якості відтворення звукових фонограм із застосуванням ефектів реверберації.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність ефектів «ЕХО», «ХОР», «РЕВЕРБЕРАЦІЯ».
2. Поясніть необхідність застосування ефектів за часовими параметрами.
3. Що таке ревербератор і як він впливає на звуковий сигнал.
4. Які відмінності цифрового ревербератора від аналогових.
5. Які параметри ревербератора в першу чергу визначають його якість.
6. Перерахуйте основні органи управління ревербератора, які формують звукові ефекти за часовим параметрами.
7. Перерахуйте експлуатаційні характеристики ревербераторів.
8. Які оригінальні, на вашу думку, конструктивні й схемотехнічні рішення використані у ревербераторі та у макеті роботи.

Література [1,2,5,7,8,11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Дослідження функціональних можливостей процесора звукових ефектів

(Робота передбачає виконання її впродовж двох занять, тобто, 4 годин аудиторного навантаження).

Мета роботи: визначити необхідність створення звукових ефектів у трактах формування програм, вивчити функціональні можливості та функціональну схему процесора звукових ефектів, дослідити вплив обробки сигналів на їх звучання, проаналізувати придатність окремих ефектів для застосування у обробці сигналів натурального звучання.

Опис роботи

Звукові ефекти у роботі із звуковим сигналом надають звучанню більшу виразність, забезпечують імітацію деяких акустичних процесів, що проходять у приміщеннях, створюють різноманітні звучання, які не мають аналогів у повсякденному житті.

Звукові ефекти створюються за рахунок комбінації частотного оброблення та динамічного оброблення сигналів, специфічної модуляції сигналу, оброблення сигналів у часовій області, комбінації ревербератора і динамічного оброблення, наперед передбачених спотворень сигналу тощо.

Сучасні пристрої створення звукових ефектів, як правило, є цифровими і забезпечують велику кількість різноманітних ефектів.

Процесор звукових ефектів – багатофункціональний пристрій оброблення звуку. Серед основних напрямів оброблення звуку, що характерно для більшості пристроїв звукових ефектів, є оброблення за часовими параметрами звуку та оброблення рівня або динамічного діапазону сигналу.

Особливість звукового ефекту – створення вихідного звучання не схожого з вхідним, частіше це додавання, наприклад, ревербераційних складових сигналу, яких нема у вхідному сигналі, це спотворення сигналів або імітація специфічних сигналів, це підкреслення звучання якогось інструмента, формування насиченості звучання тощо.

Серед основних ефектів, створюваних спеціалізованими цифровими процесорами звукових ефектів, найбільш застосовувані такі: реверберація різного походження від малих до великих, а також неприродних приміщень; різноманітні затримки; динамічна обробка; модуляційні ефекти як то: хорус, фленжер, розстроювання, фейзер, вібратор, тремоло, транспонування тощо.

Робота полягає в ознайомленні з макетом студійного процесора звукових ефектів, вивченні його характеристик та функціональних можливостей, дослідженні впливу оброблення на звучання натуральних сигналів, а також дослідженні впливу регулювань відповідних параметрів оброблення на остаточне звучання звукових програм та сприйняття після оброблення слухачами.

У роботі застосовуються студійний цифровий процесор звукових ефектів, що складається з двох незалежних ідентичних стереофонічних блоків ефектів з незалежними регулюваннями параметрами.

В процесі роботи вивчаються функціональні можливості та технічні параметри процесора, призначення елементів управління, функціональна схема процесора та підключення його у складі лабораторного макету, проводиться прослуховування та суб'єктивна оцінка звучання звукових сигналів у різних режимах роботи процесора, відпрацьовуються навички роботи з процесором звукових ефектів.

Джерелом сигналів натурального звучання в роботі є записані в ПЗП процесора звукові сигнали звучання бас барабана, ведучого (малого) барабана, голосу, гітари, а також передбачена можливість прослуховування високоякісної звукової програми, що відтворюється з програвача компакт-дисків, MP3 програвача та інших зовнішніх джерел. Також до складу лабораторного макету входять засоби вимірювання й прослуховування звукових сигналів. Прослуховування звукової програми здійснюється за допомогою головних стереотелефонів індивідуально для кожного студента.

Макет дослідження процесора звукових ефектів наведено на рис 4.1.

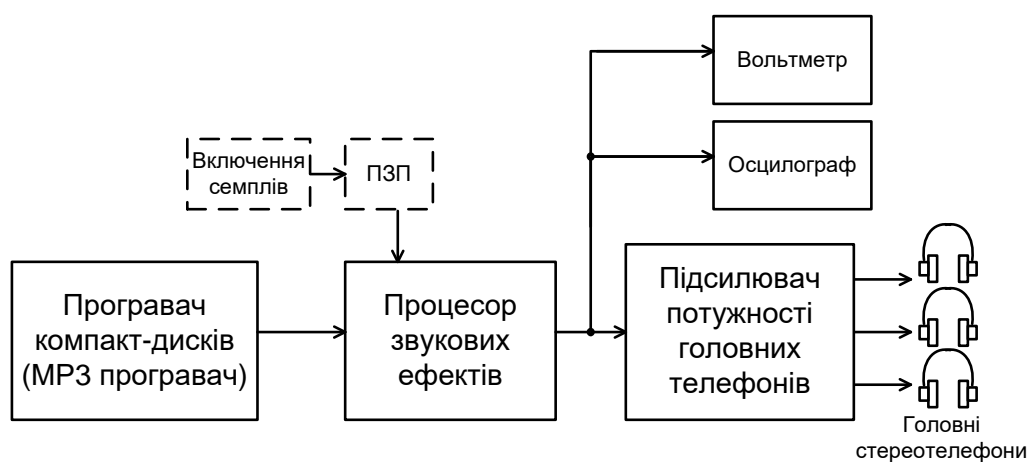


Рисунок 4.1 – Структура макета для дослідження процесора звукових ефектів

Опис студійного процесора звукових ефектів LEXICON MX200

LEXICON MX200 (рис. 4.2) - двоканальний ревербератор/процесор звукових ефектів, що призначений для збагачення звуку за рахунок застосування відповідних звукових ефектів у концертній роботі й студіях звукозапису. У пристрої використані оригінальні алгоритми глибокої, насиченої реверберації, динамічне оброблення, а також спеціалізовані ефекти, що розроблені фірмою Lexicon. Пристрій забезпечений підвищеною гнучкістю управління ефектами, миттєвий доступ до яких здійснюється через інтуїтивно зрозумілий інтерфейс передньої панелі.

Студійний цифровий процесор звукових ефектів Lexicon MX200 складається з двох незалежних ідентичних стереофонічних блоків ефектів з незалежними регулюваннями параметрами, які можуть включатися паралельно або послідовно із застосуванням певної маршрутизації в обробці сигналів.

Лицьова панель відображає інформацію про роботу двох незалежних стереофонічних блоків ефектів, кожний з яких має 32 доступних ефекти і всі функції, що включаються одним натисненням кнопки або поворотом ручки. Два незалежних блоки управління з кнопками Effect Select, Tempo, Bypass і трьома параметричними ручками забезпечують миттєвий доступ і точний контроль над більшістю найбільш важливих параметрів обраного ефекту. Для прослуховування ефектів можна вибрати будь-який з п'яти цифрових аудіосемплів.



Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд процесора звукових ефектів Lexicon MX200

MX200 має 99 комбінацій ефектів (пресетів), що запрограмовані фірмою-виробником. Також передбачена можливість створення незалежних 99 користувальницьких комбінацій власних налаштувань ефектів.

Lexicon MX200 оснащений USB-інтерфейсом з міжплатформовим вікном плагінів VST і Audio Unit, що дозволяє приладу функціонувати в якості «апаратного плагіну», тобто працювати в складі VST- і Audio Unit-сумісної цифрової робочої станції (DAW). Ця функція USB-плагіну дає можливість користувачам MX200 легко управляти ефектами Lexicon за допомогою графічного інтерфейсу, який відображається у вигляді плагіну з повною автоматизацією і функціями виклику. Програма MX-Edit дозволить створювати, редагувати, порівнювати, зберігати і завантажувати програми ревербератора або

ефектів для використання з MX200 на комп'ютері.

Процесор звукових ефектів Lexicon MX-200 дозволяє одночасно обрати і застосовувати в обробці два будь-яких ефекти з 32 існуючих, серед яких: 16 оригінальних алгоритмів реверберації Lexicon®, шість типів затримки, вісім ефектів модуляції/пітчінгу (зсуву висоти тону - транспонування): хорус, фленжер, розстроювання, фейзер, вібратор, тремоло, транспонування тощо і два алгоритму динамічної обробки dbx® Dynamics.

Потужна двопроцесорна конструкція MX200 і чотири схеми маршрутизації сигналу дозволяють використовувати його як два незалежних процесора ефектів, або комбінувати реверберації і ефекти для створення практично безмежної палітри складних звуків. Включення блоків ефектів пристрою із своїм ефектом може виконуватись за однією з чотирьох схем маршрутизації: Dual Mono (Подвійне Моно, Паралельно); Cascade (Послідовне Stereo); Dual Stereo (Паралельне Stereo); Mono Split (Роздільне Моно, Моно Сума до Stereo). Це означає, що два процесори ефектів (які входять до складу MX-200) можуть працювати як незалежно, так і разом у різних конфігураціях для отримання складних ефектів.

1. **Dual Mono** (Подвійне моно). Ця схема маршрутизації посиляє сигнали Лівого і Правого входу незалежно через процесор 1 і процесор 2 відповідно. Потім кожен сигнал маршрутизується на відповідний вихід. Сигнали повністю незалежні один від одного.

2. **Cascade** (Каскадний). Сигнали Лівого і Правого входу надсилаються по чергово спочатку на Процесор 1, потім Процесор 2 і маршрутизуються як стерео сигнал на відповідні виходи.

3. **Dual Stereo** (Паралельний). Сигнали Лівого і Правого входу посиляються через обидва процесора незалежно. Вихідні сигнали обох процесорів мікшуються і маршрутизуються на обидва виходи як одиночний стерео сигнал.

4. **Mono Split** (Роздільне монофонічне). Лівий сигнал входу надсилається через Процесор 1, а сигнал правого входу надсилається через Процесор 2. Вихідні сигнали обох процесорів мікшуються і маршрутизуються на обидва виходи як одиночний стереосигнал.

Ефекти MX200 надходять в чотирьох варіантах: Stereo, Mono In / Stereo Out, Mono (тільки оброблений), і Stereo (тільки оброблений).

Будь-який ефект може бути викликаний натисканням кнопки Effect Select або обертанням ручки Select Program. У блоках управління двох незалежних процесорів є спеціалізовані кнопки Effect Select, Tempo, Bypass, плюс три ручки Parameter, які забезпечують постійний доступ та управління більшістю параметрів обраного ефекту. Світлодіодні індикатори параметра відображають будь-які зміни в запрограмованих комбінаціях ефектів, як попередньо встановлених виробником, так і користувацьких.

Кнопка прослуховування **Audition** (Прослуховування) дозволяє зробити попереднє прослуховування задіяної комбінації ефектів, шляхом відтворення записаних коротких цифрових семплів через процесори ефектів без підключення зовнішнього джерела аудіосигналу. У MX200 є 5 аудіосемплів, що включають різні звуки ударних, вокалу і гітари. У попередніх налаштуваннях передбачено циклічне перемикання п'яти звуків при натисканні на кнопку Audition. Ця функція дозволяє зробити налаштування установок реверберації або ефектів без підключення зовнішнього джерела аудіо сигналу. При необхідності повторення одного і того ж звука для вибору або редагування ефекту під конкретний інструмент є можливість програмування лише одного звука.

Установка за замовчуванням дає відтворення наступного семплу при кожному натисканні на кнопку Audition. Є можливість запрограмувати відтворення лише одного з семплів. При кожному натисканні на кнопку Audition починається відтворення наступного семплу: A1 - Drum Stick Click (клік зі звуком барабаних паличок); A2 - Snare Drum (Малий барабан); A3 - Kick Drum (Бас-барабан); A4 - Female Vocal "Doo" (Жіночий вокал); A5 - Acoustic Guitar Arpeggio (Арпеджіо акустичної гітари).

Технічні параметри:

- Аудіо входи: балансні або небалансні, що застосовують 1/4" рознімачі TRS;
- Імпеданс входу: 20 кОм балансний, 10 кОм небалансний;
- Рівень входу: +4 dBu Nominal, +20 dBu Maximum;
- Частотний діапазон: 20...20000 Гц, нерівномірність ± 1 dB;
- Коефіцієнт нелінійних спотворень: менше 0,007 %;
- Лінійний виходи: балансні або небалансні TRS рознімачі 1/4";
- Рівень виходу: +4 dBu Nominal, +20 dBu Maximum;
- Динамічний діапазон: більше 108dB;
- А/Ц перетворювач: 24 bit, 48 kHz;
- Живлення: 9V AC від блока живлення;
- Аудіо процесор: 24 bit;
- Програмне забезпечення: WinXP / Mac, OSX, VST, GUI Interface.
- USB інтерфейс для підключення до комп'ютера як «апаратного плагіну»;
- SPDIF вхід / вихід.

На передній панелі розташовані наступні регулятори: Input Level (Рівень вхідного сигналу), Mix1 і Mix 2, кнопка маршрутизації ефектів Routing, незалежні кнопки Tempo і Bypass, три ручки Parameter для кожного процесора, ручка Program Select (Вибір програми), кнопка Audition (Прослуховування), кнопка Store (Збереження). Розміщення органів управління процесором наведено на рис. 4.3. Ручки Parameter мають різні функції для кожної реверберації і ефекту.

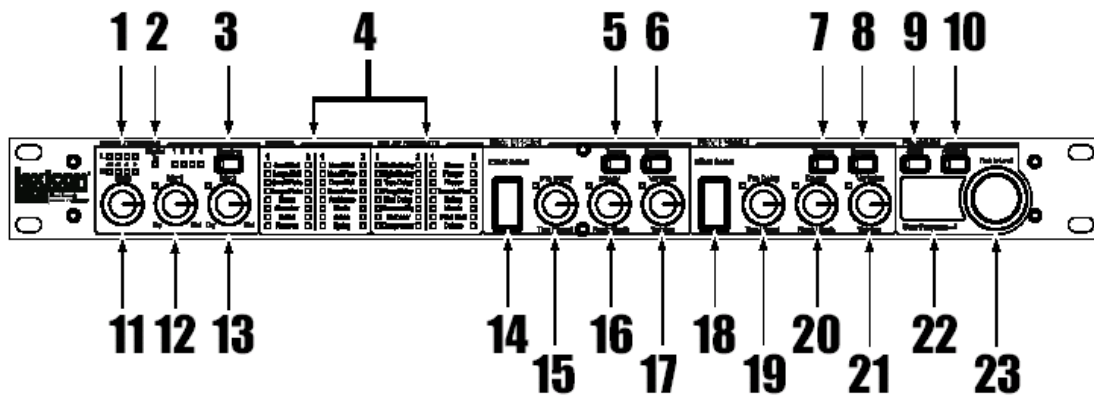


Рисунок 4.3 – Розміщення органів управління на лицьовій панелі процесора Lexicon MX-200

1. Два світлодіодні індикатори, що відображають рівень вхідного сигналу для кожного каналу.

2. Світлодіодний індикатор Digital In, що засвічується при виборі та активації цифрового входу S/PDIF.

3. Кнопка Routing (Маршрутизація), яка забезпечує циклічне перемикання між чотирма опціями маршрутизації сигналу.

4. Active Reverb / Effects Matrix (активна реверберація / матриця ефектів), що відображає які ефекти на даний час активні. Зелений індикатор показує активний ефект процесора 1, червоний індикатор показує активний ефект процесора 2.

5 та 7. Кнопка TEMPO (наявна незалежно у двох процесорах) - забезпечує при подвійному натисканні час затримки сигналу у обраному ефекті. Функція Tap Tempo може бути використана для синхронізації часів затримки з темпом музики. При завантаженні затримки блимає світлодіодний індикатор кнопки Tempo. Для установки темпу необхідно натиснути на кнопку Tempo двічі в такт музики. Світлодіодний індикатор замигає з частотою, що відповідає новому темпу. Зміни темпу, зроблені за допомогою кнопки Tempo розглядаються як редагування програми.

6 та 8. Кнопка Bypass (наявна незалежно у двох процесорах) – створює можливість обходу обраного ефекту, тобто відключення ефекту в обробці сигналу і підключення до виходу необробленого сигналу. (Заводське налаштування зроблено на встановлення процесора в режим Bypass, тобто на виходи проходить необроблений сигнал. Для зміни режиму на Bypass Mute (Відключення обходу), при якому на вихід не проходить ніякий сигнал (оброблений або необроблений), передбачена відповідна кнопка. При обході ефекту горить червоний індикатор .

9. Кнопка Store (Збереження) дозволяє зберігати зміни програми в одній з 99 користувацьких осередках пам'яті.

10. Кнопка Audition дозволяє відтворювати звукові семпли через процесори

для прослуховування зроблених налаштувань.

11. Ручка Input (Вхідний сигнал) забезпечує регулювання рівня вхідного сигналу на Лівому і Правому аналогових входах.

12. Ручка Mix 1. Забезпечує регулювання мікшування ефектів обробленого / необробленого сигналів (процесора 1) .

13. Ручка Mix 2. Забезпечує регулювання мікшування ефектів обробленого / необробленого сигналів (процесора 2) .

14 та 18. Effect Select (Вибір ефекту) - Кнопка вибору ефекту (реверберації, затримки або спеціального ефекту), що завантажуються у відповідний Процесор (наявна незалежно у двох процесорах).

15 та 19. Ручка Pre Delay (Попередня затримка) – для регулювання попередньої затримки реверберацій або першого параметра обраної затримки або ефекту у відповідному процесорі (наявна незалежно у двох процесорах).

16 та 20. Ручка Decay (Час загасання) - Регулювання часу загасання реверберації або другого параметра обраної затримки або ефекту у відповідному процесорі (наявна незалежно у двох процесорах).

17 та 21. Ручка Variation (Варіація) - Регулювання Liveliness (Жвавість приміщення) або Diffusion (Дифузія) (залежно від обраної реверберації) або третій параметр обраного ефекту для відповідного процесора (наявна незалежно у двох процесорах).

22. Дисплей Програми - 2-х значний світлодіодний дисплей, що показує номер завантаженої заводської або користувальницької програми (комбінації ефектів). Маленька точка в нижній правій частині вікна дисплея Програми показує, що завантажена програма є користувальницькою. У режимі редагування, на цьому дисплеї показуються значення параметра.

23. Ручка Вибору Програми (Select Program) забезпечує вибір однієї із заводських і користувальницьких програм.

Функціональна схема процесора звукових ефектів Lexicon MX-200 наведена на рис. 4.4.

Опис ефектів, що застосовуються у процесорі звукових ефектів

Ефекти Реверберації

Реверберація – як природний компонент акустичного звучання - це процес поступового загасання відгуків звукового сигналу у приміщенні. Сукупність відбиттів звуку створюють ревербераційний процес приміщення.

Ефект реверберації – ефект, який імітує ревербераційний процес закритого простору (приміщення) при наявності у приміщенні прямого звуку і його відбиттів, що надходять у певній послідовності з відповідним рівнем і затримкою. Ефект реверберації створює відчуття звуку при його розповсюдженні у закритому приміщенні.

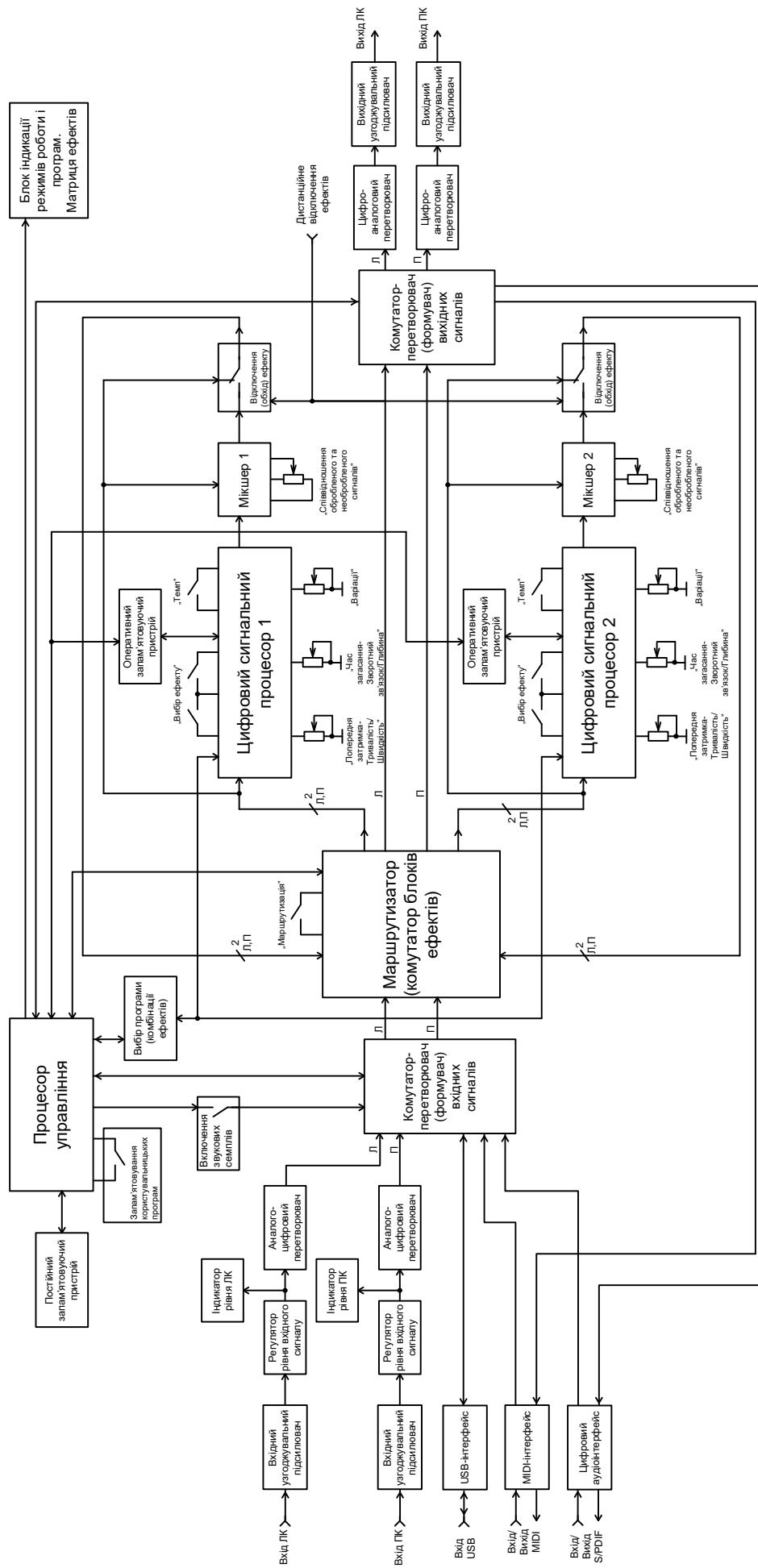


Рисунок 4.4 – Функціональна схема процесора звукових ефектів Lexicon MX-200

У закритому просторі реверберація залежить від безлічі факторів, таких як: розмір приміщення, його форма, тип матеріалу, яким оббиті стіни тощо.

Серед ефектів реверберації у пристрої передбачено такі: Small Hall, Large Hall, Vocal Hall і Drum Hall, Small Plate, Large Plate, Vocal Plate і Drum Plate, Room, Chamber, Gated, Reverse, Ambience, Studio, Arena, Spring.

Реверберація **Hall** призначена для імітації акустики концертного залу - досить великого простору, де розміщені і оркестр, і слухачі. Через розміри і характеристики, Halls створює відчуття найбільш природної реверберації, в якій відбиті звуки надходять услід за прямим звуком, додаючи відчуття оточення і простору, але не змінюючи при цьому сам звук. Цей ефект має відносно низьку початкову щільність відлуння, яка поступово вибудовується упродовж часу.

Реверберації **Vocal Hall** і **Drum Hall** застосовують більш м'які початкові перехідні процеси, необхідні для голосу. Однак, Drum Hall має більш високу установку дифузної складової, яка необхідна для згладжування більш швидких перехідних сигналів, що присутні в ударних інструментах і перкусії.

Реверберація **Plate** створює відчуття застосування листового ревербератора у вигляді великих тонких металевих листів, підвішених вертикально за допомогою пружин. Ефект великого відкритого простору моделюється за допомогою сигналів з датчиків, прикріплених до вібруючої пластини. Ефекти реверберації Plates в MX200 дають звук металевих пластин з високою початковою дифузією і відносно яскравим, характерно забарвленим звучанням. Ефекти листової реверберації часто використовуються для додання музичному матеріалу насиченості та щільності і чудово звучать на перкусійних інструментах.

Програми реверберації **Room** дають відмінну імітацію дуже маленького приміщення, зручного для діалогових і голосових додатків. Може застосовуватись для збагачення високоенергетичних сигналів, наприклад при запису з підсилювача електрогітари.

Ефект реверберації невеликої кімнати (**Chamber**) надає звучанню образ приміщення нерівномірної форми з акустичною системою і комплектом мікрофонів для збору звуку в різних частинах кімнати. Програми Chamber дають рівну, відносно безрозмірну реверберацію з невеликим забарвленням у міру загасання звуку. Початкова дифузія схожа на дифузію в програмах Hall. Проте, відчуття розміру і простору набагато менше. Ця характеристика, в поєднанні з малим забарвленням хвоста загасання, робить ці програми зручними для використання в широкому діапазоні матеріалів - особливо при усній мові, якій програми Chamber додають помітне збільшення в рівнях гучності з неінтенсивним забарвленням.

Реверберація **Gated** створюється в результаті проходження ревербераційного процесу через пристрій шлюзу (гейт). Час загасання (Decay)

встановлюється на постійне значення, в той час як час утримання (Hold) змінює тривалість і звучання. Реверберація Gated забезпечує досить постійний звук з відсіканням кінцевої фази загасання. Ця програма добре звучить на перкусійних інструментах - зокрема на малому барабані і томах.

Реверберація **Reverse** (реверс) працює в протилежному режимі від звичайної реверберації. При звичайній реверберації найгучніші відбиття звуку чутні спочатку, а потім вони затухають, при використанні реверсної реверберації, спочатку чутні найтихіші відбиття звуку (по суті хвіст реверберації), які наростають до тих пір, поки не будуть різко обірвані.

Ефект реверберації **Ambience** використовується для імітації ефекту приміщення малого або середнього розміру без помітного загасання. Цей ефект часто використовується разом з вокалом, гітарою або перкусійними інструментами.

Ефект Студія (**Studio**) у великій мірі схожий на реверберацію Room. Він дає відмінну імітацію більш менших за розміром, добре керованих акустичних просторів, характеризується наявністю основних зон виконання в студіях запису. Реверберація Studio також зручна при використанні діалогових і голосових додатків, а також для окремих треків інструментів та електричної гітари.

Програма **Arena** імітує реверберацію величезного простору (спортивний зал або стадіон). Реверберація Arena характеризується тривалим часом вторинного відбиття і зменшеним вмістом високих частот. Arena - це реверберація з основним домінуванням середніх і низьких частот. Вона є ідеальним вибором для додатків «спеціального ефекту», для якого потрібно надзвичайно тривала реверберація. У той же час, цей ефект може призвести до зменшення розбірливості.

Ефект пружинної (**Spring**) реверберації створюється парою п'єзоелектричних кристалів, один з яких працює як акустична система, а інший як мікрофон. Обидва ці кристала з'єднані за допомогою пружин. Характеристика розтягування пружини - дуже важливий компонент багатьох класичних рокових гітарних звуків.

Для регулювання параметрів реверберації застосовуються регулятори Pre Delay (Затримка) та Decay (Час загасання) для всіх ревербераційних ефектів, а також Liveliness (Жвавість приміщення), Diffusion (Дифузія), Shape (Форма), Voing (Скрегіт) – для окремих ревербераційних ефектів.

Регулятор **Pre Delay** (Затримка) створює додаткову затримку між початком вихідного звуку і початком реверберації. Цей регулятор не призначений для точної імітації часів затримок в природних просторах, так як побудова реверберації є поступовою і початковий час відставання звичайно відносно короткий.

Для більшості природних ефектів, значення Pre Delay має бути встановлено

в діапазоні від 10 до 25 мілісекунд. Проте, якщо мікс сильно насичений або сильно зашумлений, збільшення часу Pre Delay (до 100...200 мс) може допомогти очистити його і рознести звучання кожного інструмента.

Регулятор **Decay** (Час загасання) регулює час, протягом якого може бути чутна реверберація. Більш високі установки збільшують тривалість реверберації, яка зазвичай асоціюється з великим акустичним оточенням, але може зменшити розбірливість. Більш низькі установки скорочують тривалість реверберації і можуть бути використані для імітації меншого простору, або коли потрібно більш витончений ефект.

Liveliness (Жвавість приміщення) забезпечує регулювання кількості високих частот в ревербераційних доданках («хвостах»). Більш високі установки збільшують високочастотну характеристику, створюючи таким чином більш яскраві реверберації; більш низькі установки створюють більш темні реверберації з великою присутністю низьких частот.

Diffusion (Дифузія) забезпечує регулювання щільності початкового відбитого сигналу. Більш високі установки параметра Diffusion дають високу щільність початкового відбитого сигналу, а більш низькі установки дають низьку щільність. У реальній ситуації, стіни неправильної форми дають високу дифузію, в той час як великі плоскі стіни дають низьку дифузію.

Регулятор **Shape** (Форма) для ефекту Ambience допомагає передати відчуття як форми, так і розміру приміщення. Низькі значення параметра Shape зберігають велику частину звукової енергії на ранній частині ревербераційного процесу. Більш високі значення зміщують енергію в більш пізню частину реверберації. Все це допомагає створити відчуття твердої задньої стінки або «поплескування по плечу».

Регулятор **Boing** (Скрегіт) - унікальний параметр, який використовується для пружинної реверберації (Spring) і призначений для збільшення або зменшення шумових перешкод, що виникають в результаті стиснення - розтягування пружини. Ці перешкоди є фізичною характеристикою реверберацій резонансного контуру пружини.

Ефекти затримки

Затримки повторюють звук через короткий проміжок часу після його початку. Затримка стає відбитим сигналом при поверненні вихідного сигналу на вхід (зворотний зв'язок). Це перетворює одиночний повтор в послідовність повторів, кожен з яких звучить м'якше попереднього. Серед ефектів затримки у пристрої передбачено такі: Studio Delay, Digital Delay, Tape Delay, Pong Delay, Modulated Delay, Reverse Delay.

Затримка **Studio Delay** використовує до 2,5 секунд стерео затримки і пропонує вбудований даккер, який приглушує вихід сигналу затримки всякий

раз, при наявності сигналу на вході. Ця функція може бути використана для запобігання забруднення оригінального сигналу повторами затримки.

Digital Delay (Цифрова затримка) - це найбільш чиста і точна з програм затримок з наявністю до 5 секунд монофонічною затримки і вбудованою функцією даккінгу.

Затримка **Tape Delay** пропонує до 5 секунд монофонічної затримки, аналогічній затримці із застосуванням касетного магнітофона. Характерні ознаки такої затримки визначені особливістю магнітного запису, для якого можливе плавання звуку і вібрація в поєднанні зі значними втратами високих частот, а також в деякій мірі і низьких частот тощо.

Ефект затримки **Pong Delay** дає до 5 секунд монофонічною затримки і панорамує повтори затримки зліва на право, в той час як вхідний сигнал залишається на оригінальній (центральній) позиції.

Функція **Modulated Delay** (Модульована затримка) удосконалено ГНЧ (генератор низької частоти), який накладає на повтори затримки ефект хоруса. Це чудова затримка для гітарних і інструментальних пасажів, яким необхідно щось особливе. Modulated Delay дає до 2,5 секунд стерео модульованої затримки.

Ефект затримки **Reverse Delay** імітує старий студійний трюк з переключення напрямку відтворення касети, відтворюючи її у зворотному напрямку із затримкою касети і записом цього ефекту. Затримки шикуються від м'яких до більш гучних - створюючи відчуття того, що затримка йде перед сигналом. Можлива затримка до 5 секунд.

Для регулювання параметрів затримки передбачені регулятори: Time Range (діапазон часу), Feedback (зворотній зв'язок), Duck Threshold (пороговий рівень даккера), Smear (розмазування), Tap Ratio (коефіцієнт натискання), Mod Depth (інтенсивність модуляції)

Регулятор діапазону часу регулює тривалість затримки відносно Tap Tempo. У положенні регулятора на 12-ти годин, повтори затримки звучать синхронно з індикатором Tempo (представленим четвертною нотою): нижчі значення створюють більш швидкі повтори, більш високі значення збільшують інтервал між повторами. Діапазон зміни становить від 0 до 72.

Регулятор зворотного зв'язку задає кількість повторів затримки за допомогою повернення вихідного сигналу затримки на вхід затримки. Це створює серії повторів затримки, при цьому кожна наступна звучить більш приглушено, і врешті-решт, звучання сходиться нанівець. Більш високі установки дають більшу кількість повторів, більш низькі установки зменшують кількість повторів. При повороті цієї ручки за годинниковою стрілкою у крайнє положення, включається режим Repeat Hold (утримання повтору) - повтори затримки відтворюються по нескінченній петлі, але в ефекті затримки вже більше немає вхідного сигналу. Режим Repeat Hold можливий тільки на ефектах

Studio, Digital, Pong Delay.

Регулятор порогового рівня даккера характерний для затримок Studio і Digital. Ці затримки припускають наявність функції даккінгу, яка призводить до того, що повтори затримки приглушуються на -6дБ при наявності сигналу на вході. Це дозволяє залишити затримку в якості ефекту, не викликаючи дисгармонії з оригінальним сигналом. Чим вище встановлено це значення, тим голосніше повинен бути сигнал для спрацьовування функції даккінгу.

Регулювання параметра Smear встановлює величину «розмазування» або погіршення сигналу і втрату частот для ефекту затримки Tape Delay. Чим вище установки, тим більше на кожному повторі затримки втрачається розбірливість у порівнянні з оригінальним сигналом.

Параметр Tap Ratio (коефіцієнт натискання) встановлює тривалість між першим і другим повторами стуку ефекту Pong Delay. При установці цього регулятора в позицію відповідну 12-ти годин, повтори рівномірно змінюються між лівим і правим каналами. У міру обертання цієї ручки в напрямку погодинної стрілкою, перший сигнал виникає раніше, а другий сигнал відбувається пізніше, ніж при положенні ручки в позиції 12 годин. При обертанні ручки за годинниковою стрілкою, перший сигнал відбувається пізніше, а другий - раніше.

Регулятор інтенсивності модуляції формує «глибину» ефекту Modulated Delay. Більш низька установка дає більш вишуканий ефект, в той час як більш висока установка дає більше відчуття «морської хитавиці».

За допомогою кнопки Tempo при подвійному натисканні встановлюється тривалість затримки. Світлодіодний індикатор кнопки Tempo блимає відповідно до введеного темпу і затримки будуть синхронізовані з миготливим світлодіодним індикатором. Для збільшення або зменшення тривалості затримки після введення темпу використовується ручка Time Range.

Динамічні ефекти

Динамічні ефекти dbx ® включають ефекти De-Esser та компресор у режимі Моно (тільки оброблений сигнал).

Ефект **De-Esser** - це тип компресора, що використовується для управління компресією сигналу на певних частотах. Надмірно шиплячі, або звуки «s» при додаванні цього ефекту можуть бути ослаблені.

Для регулювання параметрів De-Esser застосовуються такі регулятори (*тут і надалі як «Ручка 1» розглядається регулятор 15 або 19 (див. рис. 3.2) для відповідного блоку ефектів, як «Ручка 2» розглядається регулятор 16 або 20, як «Ручка 3» - 17 і 21*):

Ручка 1: Коефіцієнт компресії. Визначає величину компресії від 1:1 (немає ефекту) до нескінченності : 1 (повне обмеження).

Ручка 2: Діапазон частот. Вибір діапазону частот компресії з 40 дискретними кроками від 1600 Гц до 10 кГц (найбільш поширені частоти, на яких виникає надмірне шипіння).

Ручка 3: Смуга пропускання (Q). Регулює смугу пропускання або «Добротність» (Q) діапазону частот. Чим вище вибране значення, тим вужче смуга пропускання, і тим менше видно ефект де-ессингу. Збільшення можливо на шість кроків від 1/4 Октави (0) до 1/24 Октави (5).

Компресор (**Compressor**) використовується для регулювання динамічного діапазону сигналу. Використовуваний зазвичай для стиснення басів або треків ударних інструментів, або для регулювання вокального пасажу, компресор є дуже зручним інструментом.

Щоб краще використовувати ефект Compressor (компресор) в MX200, корисно буде трохи дізнатися про компресію.

Коли рівень сигналу перетинає рівень Threshold (порог) , компресор зменшує величину рівня вихідного сигналу на величину, визначену коефіцієнтом (Ratio). Наприклад, при установці порогу на значенні -12 дБ, і коефіцієнта на 4:1, при перевищенні сигналом рівня -12 дБ, реальне перевищення рівня сигналу становитиме 1 дБ на кожні 4 дБ рівня сигналу вище -12 дБ. У цьому випадку, вхідний сигнал -4 дБ (тобто на 8 дБ вище порогу) буде давати на виході сигнал -10 дБ, або на 2 дБ вище порогового рівня, так як коефіцієнт стиснення 4:1 дозволяє зробити перевищення на 2 дБ виходячи з перевищення в 8 дБ над порогом -12 дБ.

Так як остаточний вихідний сигнал менше ніж оригінальний, третій регулятор Makeup Gain компенсує цю втрату в рівні, але з меншим динамічним діапазоном (різницею між самими тихими і найгучнішими частинами сигналу).

Для регулювання параметрів компресора застосовуються такі регулятори:

Ручка 1: Порог. Визначає поріг, вище якого починається компресія. Діапазон становить від -70 дБ до 0 дБ.

Ручка 2: Ступінь Компресії. Вибір ступеня компресії від 1:1 (немає ефекту) до нескінченності : 1 (або повне обмеження).

Ручка 3: Makeup Gain (Регулятор компенсації рівня). Збільшує рівень вихідного сигналу для компенсації приглушення сигналу, що стався під час компресії. Прирошення виконується в діапазоні між 0 дБ (немає підсилення) до +12 дБ.

Ефекти модуляції

Ефект **Chorus** (Хорус) Стерео створює соковите, повне звучання шляхом об'єднання двох або більше сигналів разом. При цьому один із сигналів не має ніякої обробки, а інші сигнали мають невелике зміщення по висоті тону. Ефект хоруса зазвичай використовується для ущільнення треків і для додавання

насиченості гітарного звуку без забарвлення оригінального тембру. Хорус може бути також обережно використаний для насичення вокального треку.

Регулятори Хорусу:

Ручка 1: Швидкість (Speed). Регулювання швидкості модуляції ефекту Хоруса. Більш низькі установки - більш ніжні, а більш високі установки дають більш виразне звучання.

Ручка 2: Глибина (Depth). Регулює величину зміщення висоти тону для кожного голосу. Більш низькі установки надають треку ледь вловиме ущільнення і теплоту, а більш високі установки дають більш виразний багатоголосий ефект.

Ручка 3: Голоси. Регулює кількість додаткових голосів Хоруса. Може бути додано до 8 голосів, безперервно змінюваних в 100 окремих кроках.

Ефект **Flanger** (Фленжер) Стерео спочатку створювався одночасним записом і відтворенням двох ідентичних програм на двох касетних магнітофонах. Потім рукою стрічка затискалаь навпроти фланця бобіни зі стрічкою для уповільнення відтворення першої касети. У результаті виходили послідовності зміни відміни і підсилення фази, з характерними шиплячими, тунельними та затухаючими звуками.

Регулятори фленжера:

Ручка 1: Швидкість. Регулює швидкість модуляції ефекту Flanger.

Ручка 2: Глибина. Регулює інтенсивність ефекту Flanger. Більш низькі установки дають злегка свистячий звук, а більш високі установки дають більш драматичний звук «реактивного літака».

Ручка 3: Регенерація. Ця ручка регулює кількість модульованого сигналу, що повертається на вхід, створюючи зворотний зв'язок. Більш високі установки додають сигналом металевий резонанс.

Ефект **Phaser** (Фейзер) Стерео за допомогою генератора низької частоти (ГНЧ) автоматично зміщує режекції частоти вгору і вниз по спектру сигналу, створюючи ефект типу генерації «комбо фільтра». Цей ефект дуже зручний при використанні на клавішних і гітарах.

Регулятори фейзера:

Ручка 1: Швидкість. Регулює швидкість модуляції ефекту Phaser .

Ручка 2: Глибина. Регулює інтенсивність ефекту Phaser

Ручка 3: Регенерація. Ця ручка регулює кількість модульованого сигналу, що повертається на вхід, створюючи зворотний зв'язок. Більш високі установки додають сигналу більше резонансу .

Ефекти **Tremolo** і **Panner** (Тремоло і Панорамування) (тільки оброблений сигнал) створюють ритмічні зміни амплітуди сигналу. Ефект Tremolo впливає на амплітуду обох каналів одночасно, а ефект Panner змінює амплітуду кожного каналу поперемінно.

Регулятори:

Ручка 1: Швидкість. Регулює швидкість модуляції ефекту Tremolo / Panner.

Ручка 2: Глибина. Регулює інтенсивність зміни амплітуди гучності.

Ручка 3: Фаза. Регулює зміну амплітуди на обох каналах одночасно (Тремоло) або поперемінно (Панорамування).

Обертові динаміки Моно (тільки оброблений сигнал)

Обертові кабінети акустичної системи були розроблені для забезпечення грандіозного ефекту вібрато / хору для електронних театральних і церковних органів. Найбільш відома обертовна акустична система - це **Leslie**™ модель 122, яка має два обертових за годинниковою стрілкою елементи: високочастотний рупор і низькочастотний, що обертаються з повільною і швидкою швидкостями.

Звук, генерований обертовим елементами, змінює швидкість по справжньому чарівним чином. Запаморочливий, об'ємний ефект занадто складно описати - але він легко пізнаваний.

Ефект **Rotary** змодельований на основі кабінету в стилі Leslie. Вхідний сигнал розділяється на високочастотний і низькочастотний діапазони. Ефект обертання створюється синхронізованою комбінацією зміщення висоти тону, тремоло і панорамування. Так само як і фізичний кабінет, високі і низькі частоти крутяться в протилежних напрямках. Швидкості обертання рупорів незалежні і розроблені з характеристиками уповільнення і прискорення для імітації інерції оригінальних механічних елементів.

Можлива вимога для відтворення органної музики, Rotary також чудово звучить з партіям гітари і ритмічними партіями електропіано. Фактично, ці програми є чудовою альтернативою ефектам Хоруса і Тремоло для будь-якого джерела звуку.

Регулятори ефекту Rotary:

Ручка 1: Швидкість. Регулює швидкість модуляції обох обертових акустичних систем. Більш низькі частоти обертаються на більш повільній швидкості, ніж високі частоти.

Ручка 2: Допплер. Збільшують або зменшують ефект зсуву Допплера, який обумовлюється фізикою обертання акустичної системи.

Ручка 3: Стерео розворот. Збільшує або зменшує стерео зображення ефекту Rotary

Вібрато Стерео (тільки оброблений сигнал)

Ефект вібрато (**Vibrato**) виходить шляхом плавної зміни висоти тону сигналу загострюючи і ущільнюючи оригінальний сигнал з певним коефіцієнтом.

Регулятори Вібрато:

Ручка 1: Швидкість. Регулює швидкість модуляції Вібрато.

Ручка 2: Глибина. Регулює максимальну кількість зміщення висоти тону.

Більш низькі установки дають досконалу мелодію, в той час як більш високі установки дають надзвичайно кричущий звук.

Ручка 3: Фаза. Цей регулятор встановлює зсув по фазі сигналу лівого і правого каналу, забезпечує переміщення панорамування зліва на право.

Pitch (Транспонування) Стерео

Цей ефект зміщує частотний спектр вхідного сигналу. Зміна висоти тону звуку дає широкий діапазон ефектів - від нижнього розстроювання до повного зсуву вгору або вниз на діапазон двох октав.

Ефект Pitch Shift в MX200 представляє з себе хроматичне пристрій зсуву, що означає, що всі ноти в гамі зміщуються на однаковий інтервал. Ефект Pitch Shift дуже зручний при роботі з гітарними треками, монофонічними синтезаторними лінійними сигналами, або в тих випадках, де необхідні спеціальні вокальні ефекти.

Регулятори Pitch Shift:

Ручка 1: величина зміщення. Визначає зсув висоти тону. Діапазон становить 0 - 24 півтонів (2 октави).

Ручка 2: Зсув вгору / вниз. Визначає напрям зсуву висоти тону: вгору або вниз від оригінального сигналу.

Ручка 3: Частота зрізу. Регулювання частоти зрізу низькочастотного фільтра. Більш низькі установки дають завал високочастотної характеристики.

Detune (Розстроювання) Стерео

Ефект Detune додає до оригінального джерела сигналу його варіацію з невеликим зсувом по висоті тону, приводячи до ущільнення звуку. Створюється вельми ефективна імітація «подвійного трекінгу». Цей ефект є чудовою альтернативою ефекту Chorus. Він додає яскравість звучання хору без помітних на слух биття, характерних для ефекту «хорус».

Регулятори Detune:

Ручка 1: величина лівого зсуву. Визначає величину розстроювання Лівого входу в діапазоні від -24 центів до +24 центів.

Ручка 2: величина правого зсуву. Визначає величину розстроювання Правого входу в діапазоні від -24 центів до +24 центів.

Ручка 3: Стереорозмах. Більш високі значення збільшують сприймання інтервалу розстроювання голосів у стереополі.

Послідовність виконання роботи

1. Вивчити схему включення стенду та структурну схему процесора звукових ефектів. (*У роботі застосовується лише аналогове підключення джерел сигналів*).

2. Перед включенням процесора встановити регулятори «Input» у

центральне положення. При використанні тільки оброблених (Wet) ефектів, встановити ручки Mix1 і Mix2 у крайнє праве положення за годинниковою стрілкою.

3. Регулятори гучності підсилювача для стереотелефонів встановити у крайнє ліве положення.

4. Включити живлення приладів і пристроїв стенду. Встановити перемикач джерела сигналу в положення "Вбудоване джерело".

5. Незалежно від включеної програми обробки звуку встановити оптимальну гучність на головних стереотелефонах для кожного студента бригади. Як джерело звукового сигналу застосовувати записані у пам'ять процесора аудіосемпли, для відтворення яких натискається кнопка Audition.

6. Завантажити програму обробки звуку. Для цього:

а). Поверніть ручку Program Select для вибору програми. На дисплеї Program Display (Дисплей програми) почне блимати номер завантажуваної програми. До тих пір, поки програма не завантажена, номер обраної програми блимає на дисплеї програми. Наявність маленької точки в нижній правій частині вікна Program Display (Дисплей програми) вказує на те, що програма, що відображається є користувацькою.

б). Натисніть на ручку Program Select для завантаження програми. Для автоматичного завантаження програм при перемиканні між ними за допомогою ручки Program Select, необхідно включити функцію Autoload (Автозавантаження).

Вибір ефектів можна здійснювати також натисканням кнопок Effect Select, відповідно, для першого (P1) або другого (P2) процесора вгору або вниз. Поруч з обраною реверберацією або міткою ефекту в Матриці Active Reverb / Effects загоряється світлодіодний індикатор (зелений для P1, червоний для P2). Регулятор Effect Select працює циклічно, тобто, при натисканні ділянки кнопки вгору активується попередній ефект, при натисканні на кнопку Effect Select вниз, буде обраний наступний ефект.

7. Прослухати за допомогою стереонавушників відтворення звукових семплів з обраною комбінацією ефектів. Порівняти звучання семплів без ефектів із звучанням з одним з обраних ефектів та з двома ефектами. Для цього почергово у кожному блоці ефектів нажимати кнопки Bypass, тим самим відключає обробку сигналу, тобто пропускаючи на вихід сигнал без ефекту. Описати індивідуально кожному студенту суб'єктивне відчуття звукового сигналу при наявності обраної комбінації ефектів у порівнянні з сигналом без ефекту. Суб'єктивно оцінити придатність даної комбінації ефектів у для застосування в обробці різних музичних інструментів та звуків (записаних семплів).

8. Для обраної програми (комбінації ефектів) перевірити можливість зміни

параметрів обробки при виконанні регулювань за допомогою органів управління. Прослуховуючи звучання, описати зміни у звучанні при відповідних регулюваннях, тим самим зазначаючи вплив на звучання відповідного органу управління. Регулювання для сигналу проводити усіма органами управління у кожному блоці ефектів, включаючи кнопки.

а). Почергово змінюючи положення регуляторів Mix1 і Mix2, описати зміни у звучанні.

б). Переключаючи кнопку маршрутизації сигналу Routing описати зміни у звучанні.

в). Змінюючи положення регуляторів параметрів Parameter (їх по три у кожному блоці ефектів) описати зміни у звучанні та визначити призначення регуляторів і їх вплив на вхідний/вихідний сигнали.

г). Змінити темп відтворення затриманих сигналів (якщо це можливо для обраних ефектів) кнопкою Tempo та описати зміни у звучанні.

9. Підключити до процесора звукових ефектів зовнішній пристрій відтворення звукових фонограм (програвач компакт-дисків, MP3 програвач, смартфон тощо).

Відтворюючи звукову програму (музичні фрагменти, мовні програми тощо) суб'єктивно оцінити і описати звучання при відсутності і наявності звукових ефектів, що створюються процесором. При прослуховуванні звукових музичних фрагментів також змінювати положення органів управління, суб'єктивно і індивідуально для кожного студента оцінюючи і описуючи звучання згідно п.п. 7 та 8.

При підключенні зовнішнього джерела сигналів встановлюйте оптимальний рівень сигналу регулятором Input. Слідкуйте за рівнем по індикатору. Якщо червоний світлодіодний індикатор вхідного сигналу горить постійно, то це означає занадто високий рівень сигналу, що посиляється на MX200.

10. Завантажити іншу програму (комбінацію ефектів) за допомогою ручки Program Select або за допомогою кнопок Effect Select (Вибір ефекту, кнопки 14 та 18 на рис. 3.2). Виконати вимоги п.п. 7...9.

11. У ході виконання лабораторної роботи необхідно прослухати не менше **8** програм або комбінацій ефектів з дослідженнями, описаними у п.п. 7...9.

12. Створити декілька (не менше двох) користувальницьких програм (комбінацій ефектів) і суб'єктивно оцінити вплив на звучання звукових програм обраних ефектів (див. п.п. 7...9).

Для створення власних користувальницьких програм за допомогою кнопок Effect Select (Вибір ефекту) у кожному блоці ефектів обираються необхідні ефекти. Далі обирається схема включення блоків за допомогою кнопки маршрутизації Routing та відповідні налаштування регуляторами Mix1 або Mix2 (Wet/Dry (оброблений/необроблений)). На наступному кроці регуляторами

параметрів Parameter (Pre Delay , Decay або Variation) встановлюються необхідні параметри для кожного ефекту.

Регулювання параметрів ефектів регуляторами Parameter, зміна маршрутизації Routing, зміна налаштувань Mix1 або Mix2, зміна затримки Tempo (Темп) або включення однієї з кнопок Bypass (Обхід ефекту) для існуючих програм ефектів створює нову програму, яку можна вважати користувацькою. При зміні положення будь-який з ручок Parameter або Mix, на дисплеї програми на короткий час з'являється цифрове значення цього параметра. Для збереження зроблених змін, необхідно зберегти програму в комірці пам'яті користувацької програми, що виконується за допомогою кнопки Store.

13. Перед відключенням процесора звукових ефектів необхідно вивести у крайнє ліве положення регулятор «Input» (Вхідний сигнал).

У звіті про лабораторну роботу привести:

- схему лабораторного стенду, структурну схему процесора звукових ефектів;
- опис процесора по структурній схемі;
- опис призначення кожного органу управління;
- суб'єктивне відчуття звукового сигналу із застосуванням створюваного ефекту.

У звіті обов'язково зробити висновок про відповідність практичних результатів теоретичним положенням і суб'єктивну оцінку якості відтворення звукових фонограм із застосуванням звукових ефектів.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність і відмінності ефектів реверберації.
2. В чому полягає сутність ефектів обробки динамічного діапазону.
3. Які ефекти створюються із застосуванням затримки сигналів.
4. Які ефекти створюються із застосуванням модуляцій сигналу.
5. Які параметри і як можна змінювати в ефектах реверберації.
6. Які параметри і як можна змінювати в модульованих ефектах.
7. Які параметри і як можна змінювати в динамічних ефектах.
8. Які параметри і як можна змінювати в ефектах із застосуванням затримки сигналу.
9. Які основні органи управління параметрами передбачені у процесора звукових сигналів Lexicon MX-200.
10. Які параметри процесора звукових ефектів в першу чергу визначають його якість.

11. Які оригінальні, на вашу думку, конструктивні й схемотехнічні рішення використані у процесорі ефектів та у макеті роботи.

Література [1,2,5,7,8,10].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Дослідження параметрів та функціональних можливостей мікшерного пульта

(Робота передбачає виконання її впродовж двох занять, тобто, 4 годин аудиторного навантаження).

Мета роботи: визначити особливості застосування мікшерних пультів у створенні звукових програм, вивчити функціональні можливості, основні технічні параметри та функціональну схему мікшерного пульта, набути навичок роботи з мікшерним пультом в різних режимах роботи, розглянути організацію роботи пульта при створенні звукового міксу із застосуванням мікрофона і пристрою звуковідтворення.

Опис роботи

Мікшерний пульт є основним елементом у трактах формування звукових сигналів. Мікшерний пульт у самому загальному випадку являє собою пристрій, який складається з конструктивно об'єднаних блоків, і призначений для мікшування і оброблення звукових сигналів при підготовці, формуванні і випуску звукових програм.

Сучасні пульти є досить складними пристроями і володіють багатьма функціональними можливостями, серед яких:

- підсилення звукових сигналів від джерел з різними рівнями;
- узгодження джерела сигналу з лініями передачі і з апаратурою подальшого звукопідсилення;
- змішування (мікшування) звукових сигналів з відповідними рівнями;
- зміна частотної характеристики сигналу за допомогою регуляторів тембру;
- регулювання рівня окремих джерел сигналу та змішаного вихідного сигналу;
- контроль вхідних/вихідних сигналів;
- об'єднання окремих джерел звукових сигналів в групи;
- формування сигналу запису на пристрій запису;

- обробку за допомогою вбудованих пристроїв звукових ефектів.

У роботі застосовуються малогабаритний мікшерний пульт.

Робота полягає в ознайомленні з макетом дослідження мікшерного пульта, вивченні функціональної схеми пульта, дослідженні його характеристик.

В процесі роботи вивчаються функціональні можливості та технічні параметри мікшерного пульта, призначення елементів управління, функціональна схема пульта та підключення його у складі лабораторного макету, проводиться підключення джерел у різних режимах роботи, відпрацьовуються навички роботи з мікшерним пультом.

Лабораторна робота передбачає формування вхідного сигналу із застосуванням студійного мікрофона, електромузичного інструмента та пристрою відтворення звукових програм (програвача компакт-дисків); мікшування вхідних джерел; оброблення та застосування ефектів вбудованими засобами мікшерного пульта; прослуховування змікшованого вихідного сигналу за допомогою головних стереотелефонів індивідуально для кожного студента. В процесі роботи проводиться вимірювання частотної характеристики мікрофонного каналу пульта, амплітудної характеристики на ділянці обмеження максимальних рівнів, рівень шуму каналу тощо.

Для дослідження вивчається функціональна схема пульта та проводяться наступні комутації, регулювання та вимірювання:

- підключення джерел до вхідних каналів, узгодження та мікшування сигналів;
- підключення пристроїв звукопідсилення та звукозапису до вихідних каналів пульта;
- створення звукових програм у режимі «караоке» з регулюванням рівнів вхідних сигналів, додавання ефектів тощо;
- запис звукової програми на пристрій звукозапису;
- вимірювання частотної та амплітудної характеристики мікрофонного каналу.

Макет лабораторного стенду з дослідження мікшерного пульта наведено на рис 5.1.

Лабораторний стенд складається з:

- мікрофона, електромузичного інструмента, програвача компакт-дисків;
- мікшерного пульта;
- генератора звукових сигналів, осцилографа та вольтметра (аналізатора спектру);
- пристрою звукозапису;
- контрольного підсилювача з двома (чотирма) парами стереонавушників для слухового контролю звукових фонограм;
- тестових компакт-дисків із записом різних програм.

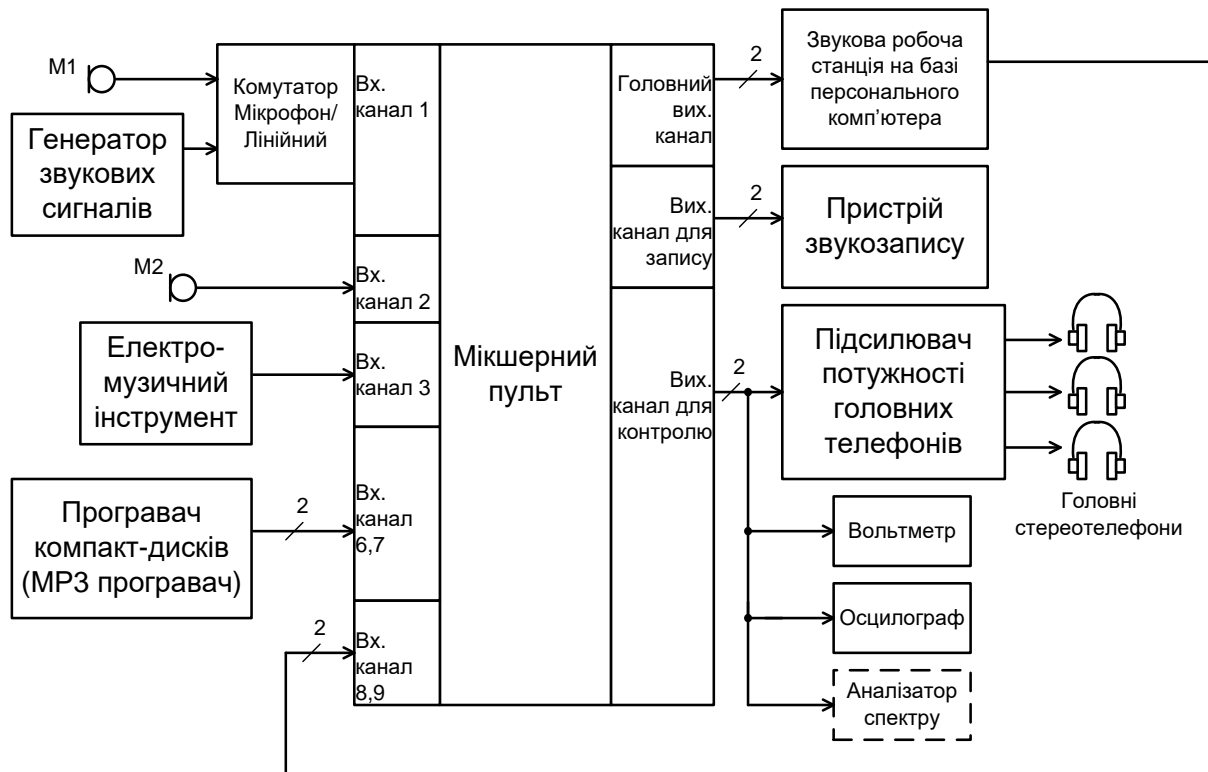


Рисунок 5.1 – Структура макета для дослідження мікшерного пульта

Опис мікшерного пульта Phonic MU-1722X

Phonic MU1722 (рис. 5.2) – це малогабаритний 8-ми каналний мікшерний пульт, що призначений для роботи в театрах, репетиційних приміщеннях, ресторанах, кафе, для невеликих музичних колективів тощо, а також виїзних заходів. Серед характерних особливостей мікшерного пульта Phonic MU1722 є наявність 2 групових стереошин (4 монофонічних), достатньо великий діапазон чутливості, мінімальні спотворення і надзвичайно широкий динамічний діапазон, а також вбудований цифровий процесор ефектів з 24-х бітовою обробкою сигналу. Серед переваг даного пульта є: мінімальний рівень власного робочого шуму, малі габарити, легкість при транспортуванні, зручність в обігу і, звичайно ж, доступна ціна.

Функціональні особливості:

- ультра низький рівень шумів;
- 5 монофонічних мікрофонних/лінійних каналів з можливістю підключення зовнішнього ПОЗ (INSERT) на задній панелі і фантомним живленням;
- 3 стерео канали з 4-х смуговим еквайзером;
- 3-х смуговий еквайзер з параметричною серединою для монофонічних каналів;
- ФВЧ у кожному монофонічному каналі;

- у вхідних каналах передбачена можливість регулювання панорами/балансу, підключення (посилання) сигналу на додаткові шини та блок ефектів з регулюванням рівня;

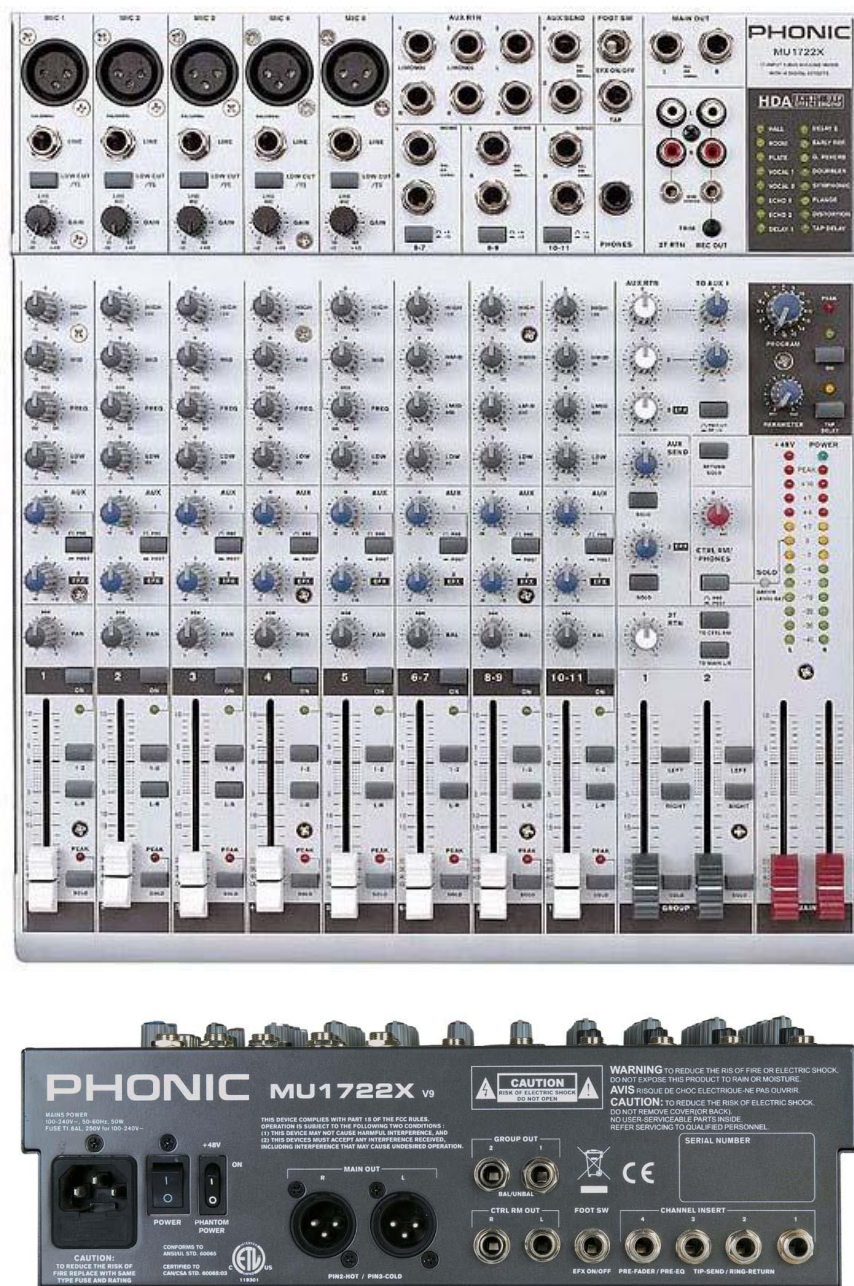


Рисунок 5.2 – Зовнішній вигляд мікшерного пульта Phonic MU-1722X

- регулятори рівня вхідних/вихідних каналів (фейдери) довжиною 60 мм;
- 2 стерео AUX (додаткових) посилення, один з яких має перемикач PRE/POST (контроль сигналів ДО/ПІСЛЯ регулятора рівня каналу);
- вбудований цифровий 24-х бітовий процесор ефектів з 16-а програмами, параметричністю ефектів, тар-контролем і футсвітчем;
- 2 підгрупи з перемикачами маршрутизації сигналу на MAIN L і R;

- 3 стерео AUX (додаткових) зворотних канали;
- функція SOLO (індивідуальний контроль) на кожному вході і виході;
- міні стереофонічні джеки і рознімачі RCA для підключення програвачів і записувальних пристроїв з регулятором рівня вихідного сигналу;
- контроль сигналу через стереонавушники з регулювання гучності;
- індикація рівня сигналу за допомогою двох 13-сегментних світлодіодних індикаторів;
- кріплення в стандартну 19" рекову стійку.

Функціональна схема пульта наведена на рис. 5.3.

Технічні характеристики:

- 8 основних входних каналів (збалансовані монофонічні mic/line канали – 5, збалансовані лінійні стереоканали – 3);
- 3 стереофонічних додаткових входних зворотних каналів (Aux return);
- 1 лінійний вхід для підключення пристрою запису/відтворення;
- 1 головний стереофонічний вихід (Main L/R stereo), рознімачі – 2×1/4" TRS симетричні, 2×XLR;
- 1 стереофонічний вихід на запис, рознімачі – 1 stereo mini-jack і 2 RCA;
- 1 контрольний вихід (CTRL RM L/R), рознімачі – 2×1/4" TRS;
- 1 вихід на навушники;
- фантомне живлення: +48 В;
- частотний діапазон: 20 Гц...60 кГц з нерівномірністю +0/-1 дБ, 20 Гц...100 кГц з нерівномірністю +0/-3 дБ;
- перехресні перешкоди при рівні сигналу 0 дБ на частоті 1 кГц у смузі частот 20 Гц ... 20 кГц: < -90 дБ
- рівень власних шумів всього тракту при відповідному положенні регуляторів у смузі частот 20 Гц ... 20 кГц, не більше: -84 дБ
- співвідношення сигнал/шум: > 90 дБ
- рівень власних шумів мікрофонного передпідсилювача: < -129,5 дБ
- коефіцієнт нелінійних спотворень: < 0,005 %;
- коефіцієнт придушення синфазного сигналу (CMRR): 80 дБ;
- максимальний входний рівень мікрофонного входу +10 дБ; лінійного входу +22 дБ;
- максимальний вихідний рівень збалансованого виходу +28 дБ;
- опір (імпеданс) мікрофонного входу 2 кОм; лінійного входу (крім інсерту) 10 кОм;
- опір RCA виходу 1,1 кОм;
- еквалізація (регулятор тембру) монофонічного каналу 3-х смугова (НЧ – 80 Гц, СЧ – 100...8000 Гц параметрична, ВЧ – 12 кГц) з діапазоном регулювання ±15 дБ;

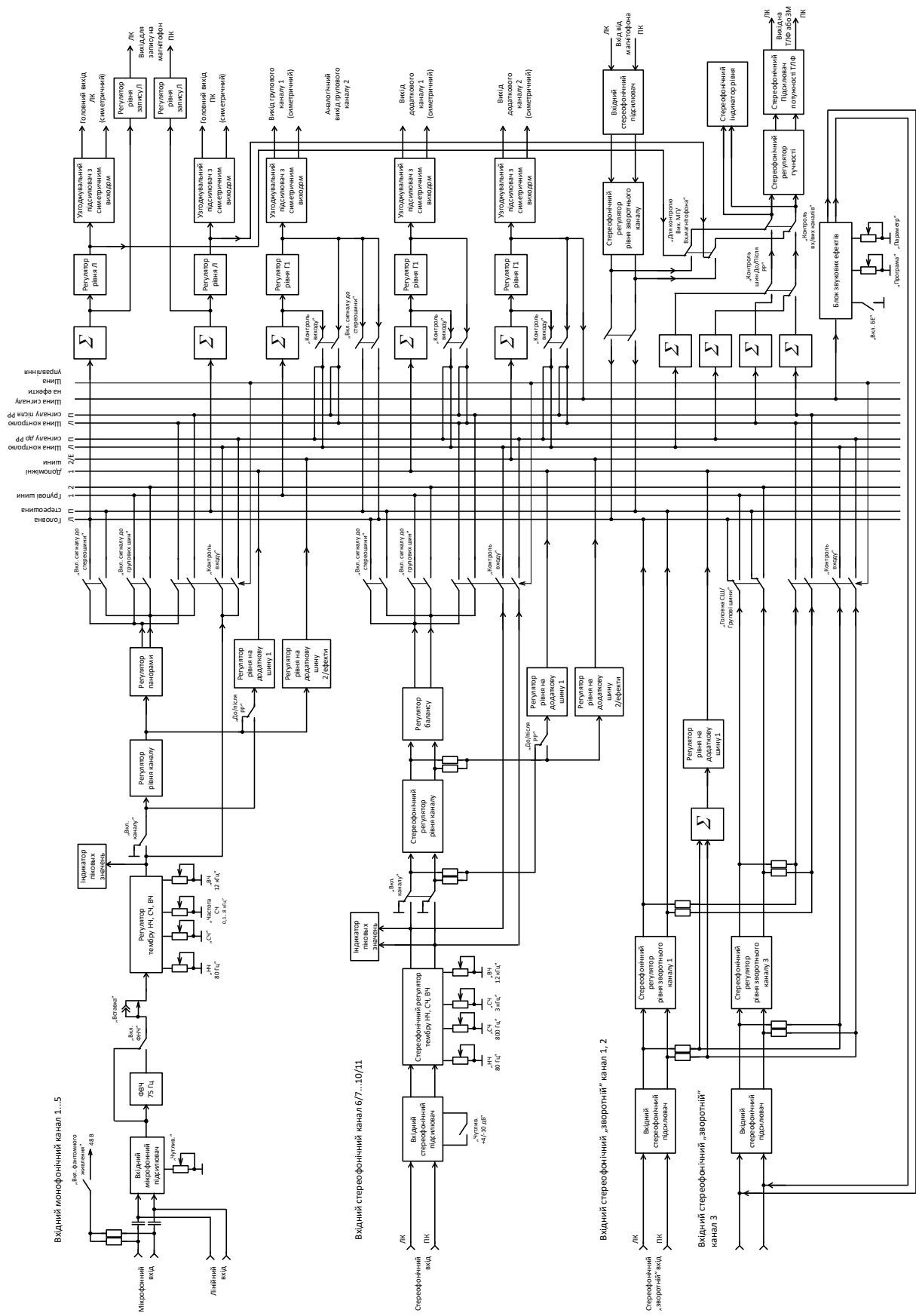


Рисунок 5.3 – Функціональна схема мікшерного пульта Phonic MU-1722X

- екваїзація (регулятор тембру) стереофонічного каналу 4-х смугова (НЧ – 80 Гц, НСЧ – 800 Гц, ВСЧ – 3 кГц, ВЧ – 12 кГц) з діапазоном регулювання ± 15 дБ;
- фільтр зрізу НЧ: 75 кГц (-18 дБ/окт)
- напруга живлення від вбудованого блоку живлення: $\sim 220 \dots 240$ В, 50/60 Гц;
- вага: 4,2 кг, розміри: 300×104,5×340 мм.

Послідовність виконання роботи

1. Вивчити опис, технічні параметри, функціональну схему мікшерного пульта і структурну схему лабораторного стенду. Описати призначення і функціональні можливості елементів управління екваїзера.

2. Вивчити інструкцію з експлуатації та елементи управління мікшерного пульта, розміщення органів управління пульта і набути навичок введення у дію різних режимів роботи.

3. Підключити джерела сигналів до відповідних входних каналів пульта, згідно структурної схеми макета. Регулятор чутливості встановити у крайнє ліве положення, а регулятор рівня каналу встановити у крайнє нижнє положення. В залежності від джерела комутатор входу «Мікрофон/Лінійний» включити у відповідне положення. В залежності від типу мікрофона комутатор «Динамічний/Конденсаторний» включити у відповідне положення, також включити «фантомне» живлення для конденсаторного мікрофона.

4. *Включити живлення приладів і пристроїв стенду.* Включити пристрій відтворення звукових фонограм (програвач компакт-дисків, MP3 програвач, мобільний телефон у режимі відтворення музики або радіоприймача). Положення регулятора рівня каналу, до якого підключений звуковідтворювальний пристрій, встановити в положення оптимального рівня (наприклад, 0 дБ), що контролюється індикатором рівня.

5. Встановити гучність сигналу в навушниках оптимальну для прослуховування відібраного твору. Прослуховування ведеться за допомогою стереонавушників, включених в контрольний підсилювач.

6. Прослуховуючи в навушниках музичні фрагменти, змінювати положення регуляторів у входному каналі і визначати практичне призначення органів управління. Встановити при включеному екваїзері оптимальний тембр звучання, що відповідає найбільш приємному суб'єктивному звукосприйняттю.

7. Відключити канал, в який підключений пристрій звуковідтворення за рахунок виведення регулятора рівня каналу у нижнє положення (мінімальне підсилення).

8. Вивести регулятор рівня мікрофонного каналу в положення, що відповідає значенню 0 дБ. Як джерело сигналу використовувати мовний сигнал

власного голосу.

9. За допомогою регулятора тембру встановити, на Ваш погляд, оптимальний тембр звучання голосу за допомогою канального регулятора тембру.

10. Змінюючи положення інших регуляторів каналу визначити призначення органів управління у каналі.

11. Ввести рівень каналу, до якого підключене джерело музичних сигналів у положення номінального (оптимального) рівня. Змішувати сигнал від мікрофона з музичним фрагментом, тобто регулюючи рівні сигналів від мікрофона і програвача музичного фрагменту створити оптимальне звучання сумарного сигналу. Оптимальне значення може бути визначено таким, що джерела не маскують один одного, мовний сигнал від мікрофона знаходиться трошки «попереду», а музичний супровід достатньо добре чутий.

12. Виконати імітацію режиму «караоке», тобто умовно заспівати або говорити речитативом під відтворювану музичну фонограму.

13. Оцінити звучання міксу та звукорежисерські здібності.

14. Виконати звукозапис створюваної звукової програми. Для цього регуляторами рівня вихідного сигналу на запис встановити рівень, що відповідає 0 дБ, та включити пристрій звукозапису в режим запису.

15. Підключити електромузичний інструмент і створити мікс або з мікрофонним сигналом, або з музичним фрагментом, або і з тим і з тим сигналами. Виконати звукозапис створюваної змішованої звукової програми.

16. Відключити всі джерела сигналів і до першого каналу підключити генератор звукових сигналів або програвач компакт-дисків з тестовим диском, на якому записані синусоїдальні сигнали звукових частот. Чутливість вхідного каналу в цьому випадку включити у положення «Лінійний».

17. Виміряти амплітудно-частотну характеристику мікрофонного каналу, яка відповідає оптимальному тембру звучання голосу. Для цього, включаючи по чергово фрагменти тестового диска з гармонічними сигналами наступних частот: 20; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 10000; 12000; 14000; 16000; 18000; 20000 Гц (або на генераторі встановлювати сигнали з необхідними частотами), виміряти рівні сигналів вольтметром. Дані занести в табл. 5.1 та намалювати отриману АЧХ (рис. 5.4).

18. Виміряти амплітудну характеристику мікрофонного каналу. Для цього з генератора звукових сигналів подавати сигнал частотою 1000 Гц з рівнями: -40; -20; -10; -5; 0; +3; +5; +10; +15; +20; +25; +30 дБ та вимірювати рівні вихідного сигналу. Визначити максимальний неспотворений рівень вхідного сигналу для встановлених заздалегідь параметрів каналу. Спотворення спостерігати на осцилографі. Дані занести в табл. 5.2 та намалювати отриману АХ.

Таблиця 5.1 – Результати вимірювань АЧХ звуковідтворення

$f_{\text{осн}},$ Гц	20	31,5	63	125	250	500	1к	2к	4к	8к	10к	12к	14к
$N,$ дБ													

$f_{\text{осн}},$ Гц	16к	18к	20к
$N,$ дБ			

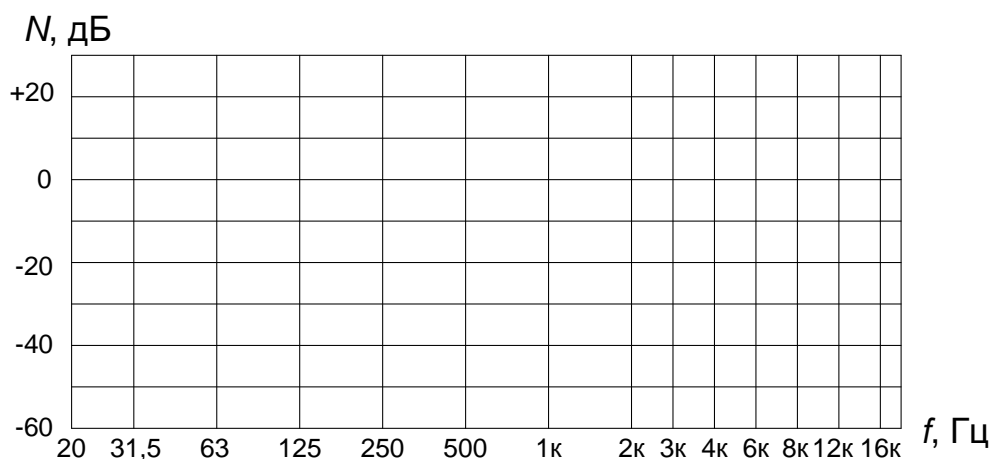


Рисунок 5.4 – Графік для побудови частотної характеристики

Таблиця 5.2 – Результати вимірювань АХ звуковідтворення

$N_{\text{вх}},$ Гц	-40	-20	-10	-5	0	+3	+5	+10	+15	+20	+25	+30
$N_{\text{вих}},$ дБ												

У звіті про лабораторну роботу привести:

- функціональну схему мікшерного пульта, структурну схему лабораторного стенда;
- технічні параметри, призначення та функціональні можливості мікшерного пульта;
- таблиці та графіки АЧХ;
- опис технічної і творчої складової роботи з мікшерним пультом.

У звіті обов'язково зробити висновок про можливості мікшерного пульта та суб'єктивну оцінку роботи з мікшерним пультом при створенні звукового міксу в режимі «караоке».

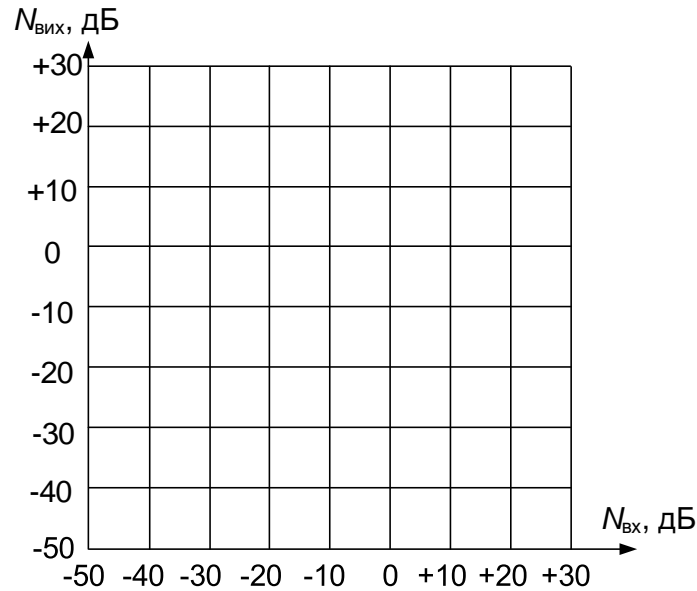


Рисунок 5.5 – Графік для побудови амплітудної характеристики

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає сутність мікшування сигналів за допомогою мікшерного пульта.
2. Поясніть необхідність створення групових каналів у мікшерному пульта.
3. Поясніть в чому відмінності монофонічного і стереофонічного входних каналів даного мікшерного пульта.
4. В чому полягають терміни «зворотний», «додатковий», «контрольний» канал.
5. У чому фізична суть терміну «шина».
6. Які параметри мікшерного пульта в першу чергу визначають його якість.
7. В чому різниця між регулятором чутливості та регулятором рівня у входньому каналі.
8. В чому різниця між регулятором панорами та регулятором балансу.
9. Перерахуйте експлуатаційні характеристики мікшерних пультів.
10. Які оригінальні, на вашу думку, фрагменти використані при конструктивному і схемотехнічному виконанні досліджуваного мікшерного пульта.
11. Які параметри, на вашу думку, визначають розширення творчих можливостей при використанні досліджуваного мікшерного пульта.

Література [1,2,3,5,6,7,8,12].

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алдошина И. Музыкальная акустика. / И. Алдошина, Р. Приттс. Учебник. СПб.: Композитор Санкт-Петербург; 2006. – 720 с: ил.
2. Алдошина И.А. Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / И.А. Алдошина, Э.И. Вологдин, и др.; Под ред. Ковалгина Ю.А. М.: Горячая линия, Радио и связь, 2007. 872 с.
3. Гребінь О.П. Методичні вказівки до вивчення обладнання для формування звукових і відео програм для телерадіомовлення для студентів спеціальностей: 6.092401 "Телекомунікаційні системи та мережі", 6.091203 „Відео-, аудіо- та кінотехніка". / Укл. О.П. Гребінь. К.: КПІ, 2005.
4. Ковалгин Ю.А. Стереофоническое радиовещание и звукозапись: Учебное пособие для вузов / Ю.А. Ковалгин, Э.И. Вологдин, Л.Н. Кацнельсон; Под ред. Проф. Ю.А. Ковалгина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 720 с.
5. Меерзон Б.Я. Акустические основы звукорежиссуры: Учеб. Пособие для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2004. 205 с.
6. Микшерный пульт Phonic MU1722. Руководство по использованию. URL: http://soundhouse.co.kr/soundh/catalog/PHONIC/mixer/M-U-1-7-2-2-X_1-8-2-2-X_om.pdf
7. Никонов А. В. Звукотехническое оборудование радиодомов и телецентров. М.: Радио и связь, 1986. 152 с.: ил.
8. Оборудование для радиовещания и телевидения. Справочно-информационный каталог ЗАО «ТРАКТ». Санкт-Петербург, 2001. 128 с.
9. Професійний аудіоаналізатор РАА3. Керівництво користувача. URL: <http://www.phonic.com/test-instrument/paa3/>
10. Процесор звукових ефектів Lexicon MX200. Руководство по использованию. URL: https://attrade.ru/upload/iblock/69b/LEXICON_MX200.pdf.pdf
11. Ревербератор PX-1100. Руководство по эксплуатации. URL: <http://sovietguitars.com/print.php?plugin:forum.134753>
12. Щербина В.И. Основы современного телерадиовещания. Техника, технология и экономика вещательных компаний. М.: Горячая линия-Телеком, 2004. 224 с.: ил.
13. Эквалайзер BEHRINGER ULTRAGRAPH PRO FBQ1502. Руководство по использованию. URL: <https://www.maxlight.ru/downloads/behringer/fbq1502-fbq3102-fbq6200.pdf>